

# **MISJA STS-125 OSTATNI LOT SERWISOWY DO TELESKOPU HUBBLE'A**







Dowódca:  
Scott Douglas Altman (4)

Pilot:  
Gregory Carl Johnson (1)

Specjaliści Misji:  
Andrew J. Feustel (1)  
Michael Timothy Good (1)  
Dr John Mace Grunsfeld (5)  
Dr Michael James Massimino (2)  
Katherine Megan McArthur (1)



Wspólne zdjęcie załogi STS-125  
(NASA)



## CELE MISJI

STS-125 była jedną z najciekawszych załogowych misji kosmicznych tej dekady. W planie lotów wahadłowców od czasu STS-107 istniał tylko jeden cel - Stacja Kosmiczna. Wszystkie inne misje były realizowane w tym tylko kierunku. Było to podyktowane przede wszystkim względami bezpieczeństwa - w przypadku poważnej usterki wahadłowca załoga mogła poczekać na Stacji do czasu przybycia misji ratunkowej. W innych przypadkach podobna misja mogła być bardzo utrudniona.

Tym razem jednak, celem misji nie była ISS lecz Kosmiczny Teleskop Hubble'a. Po raz szósty wahadłowiec udał się na wyższą niż zwykle orbitę w celach związanych z tym teleskopem astronomicznym.

Wcześniejszymi misjami były:

STS-31 (24-29 kwietnia 1990). Wahadłowiec Discovery wynosi teleskop na orbitę.

STS-61 (2-13 grudnia 1993). Wahadłowiec Endeavour wybrał się na Misję Serwisową 1 do teleskopu Hubble'a.

STS-82 (11-21 lutego 1997). Wahadłowiec Discovery odwiedził HST (Hubble Space Telescope) w celu Misji Serwisowej 2.

STS-103 (19-27 grudnia 1999). Ponownie wahadłowiec Discovery odwiedził HST w Misji Serwisowej 3A.

STS-109 (1-12 marca 2002). Wahadłowiec Columbia w swej ostatniej udanej wyprawie w kosmos po raz ostatni odwiedził teleskop Hubble w ramach Misji Serwisowej 3B.

Od czasu ostatniej misji serwisowej do planowanej daty startu STS-125 upłynęło ponad 6 lat. Wiele urządzeń na HST przestało w tym czasie działać. Były to:

- Space Telescope Imaging Spectrograph - urządzenie to przestało działać w sierpniu 2004 roku



Załoga misji STS-31  
(MSFC-9007000)



Załoga misji serwisowej numer 1 - STS-61  
(MSFC-9312455)



Załoga misji serwisowej numer 2 - STS-82  
(MSFC-9700347)



- Advanced Camera for Surveys - urządzenie to psuło się na przestrzeni kilku miesięcy, począwszy od czerwca 2006 roku

- Dwa z sześciu żyroskopów - w latach 90. i na początku obecnej dekady HST wykonywał normalne operacje na trzech żyroskopach. W 2005 roku zdecydowano użyć tylko dwóch - a dwa pozostałe sprawne żyroskopy pozostawić jako rezerwa.

Przestawały również powoli spełniać swoje zadanie baterie zamontowane w teleskopie - ich pojemność bardzo zmalała, co powodowało konieczność częstego ładowania.

Warto tu dodać, że przed tragicznym końcem misji STS-107 planowano kolejną misję serwisową do teleskopu już w roku 2005 (ponownie miał polecieć prom Columbia). NASA planowała również sprowadzenie HST na Ziemię w 2009 roku (misja STS-144), po zakończeniu całego programu badawczego teleskopu i umieszczenie go w muzeum.

Po katastrofie STS-107 anulowano jednak wszystkie misje serwisowe do HST. Pewne zmiany zaszły dopiero po akcji środowisk naukowych, po czym przez pewien czas planowano misję robotyczną do teleskopu. Po zmianie administratora NASA z Sean'a O'Keffe na dr Michael'a Griffin'a oraz po roku prac, wreszcie w 2006 roku zdecydowano, że ostatnia misja serwisowa jednak się odbędzie. Otrzymała ona oznaczenie STS-125.



Załoga misji serwisowej 3A - STS-103  
(STS103(S)002)



Załoga misji serwisowej numer 3B - STS-109  
(STS109-S-002)





Samoloty T-38 Talon przelatują ponad kompleksami startowymi LC-39A i LC-39B  
(NASA / Robert Markowitz)

## LAUNCH DAY FLIGHT DAY 1

Pierwotna data startu wyznaczona przez NASA na 15-go października 2008 roku została zmieniona po tym, jak pod koniec września teleskop Hubble'a uległ poważnej awarii, która uniemożliwiała przeprowadzanie dalszych obserwacji naukowych. Wymusiło to zmianę profilu misji i Atlantis został ponownie skierowany z wyrzutni do VAB (a następnie do OPF), aby wrócić na nią dopiero pod koniec Marca 2009. Wahadłowiec wystartował zgodnie z planem dopiero 11 maja 2009 roku. Podczas ostatnich przygotowań do startu nie wystąpiły problemy techniczne mogące spowodować jego dalsze przełożenie. Jednym zarejestrowanym problemem była obecność lodu na linii LH2 (ciekłego wodoru), który szybko został usunięty przez zespół DAT



Załoga przechodzi z OCB do Astrovanu  
(STS125-S-009)



Załoga STS-125 przy Astrovanie  
(STS125-S-010)



(Damage Assessment Team). Pogoda w KSC była bardzo dobra. Jedyną wyznaczoną strefą TAL dla tej misji była baza Morón w Hiszpanii. Podczas lotów do ISS na innej trajektorii istniały zwykle trzy strefy lądowania awaryjnego, dzięki czemu istniała większa elastyczność w doborze takiego miejsca, w razie wystąpienia złej pogody na jednym z nich. W czasie startu pogoda w Morón nie sprawiała jednak problemów, nawet pomimo zbliżającego się frontu atmosferycznego. Wahadłowiec Atlantis wystartował o godzinie 18:01:55.956 UTC ze stanowiska startowego LC-39A, mieszczącego się w ośrodku Centrum Lotów Kosmicznych im. Kennedygo (KSC), rozpoczynając tym samym swoją trzydziestą już misję kosmiczną. Po osiągnięciu wymaganej prędkości i opróżnieniu zbiornika, nastąpiło jego odrzucenie – prom znalazł się tym samym na suborbitalnej trajektorii i pędził z prędkością niewiele tylko niższą od orbitalnej. Po starcie astronauci wykonali również zdjęcia oraz nagrania wideo odrzuconego zbiornika zewnętrznego. Następnie wahadłowiec wszedł na zakładaną orbitę za pomocą dwóch silników systemu OMS. Otworzone zostały drzwi ładowni i uruchomiona antena pasma Ku (Ku-band Antenna). Astronauci skonfigurowali potem pozostałe wyposażenie orbitera do lotu orbitalnego. Pod koniec dnia



Atlantis opuszcza wyrzutnię LC-39A  
(STS125-S-031)



STS-125 wyrusza na spotkanie HST  
(STS125-S-051)



Misja ratunkowa STS-400 na wyrzutni LC-39B, ponad nią Atlantis w fazie wznoszenia  
(STS125-S-050)





Pierwsze sekundy lotu promu Atlantis  
(STS125-S-044)



Wahadłowiec w pierwszej fazie wznoszenia  
(STS125-S-042)

uruchomiono zdalne ramię manipulatora wahadłowca (Shuttle Remote Manipulator System - SRMS) i za pomocą jego kamery wykonano przegląd stanu górnej powierzchni kabiny załogowej. Ponadto ramię zostało zastosowane do oceny stanu ładunku użytecznego, znajdującego się w ładowni wahadłowca. Podczas krytycznych, pierwszych dwóch minut lotu nie



Atlantis leci na orbitę  
(STS125-S-005)



Atlantis wnosi się ponad Florydą  
(STS125-S-045)





STS-125 wznosi się w niebo, ciągnąc za sobą potężny płomień z trzech silników SSME oraz dwóch SRB (STS125-S-056)

zaobserwowano żadnych ewidentnych przypadków utarty pianki izolacyjnej z zewnętrznego zbiornika paliwa. Jednak potrzebne były dokładne analizy zdjęć i nagrań przedstawiających start, danych radarowych, danych z sensorów rejestrujących uderzenia pod panelami skrzydeł oraz oczywiście dokładny przegląd płytek żaroodpornych za pomocą OBSS. Po starcie zanotowano awarię zasilacza wzmacniacza ASA (Aerosurface Survo Amplifier) używanego do kontroli ustawienia powierzchni aerodynamicznych w czasie startu i lądowania. Ponadto w APU-2 (Auxiliary Power Unit 2) zarejestrowano wzrost temperatury z  $27,7^{\circ}\text{C}$  do  $42,2^{\circ}\text{C}$ . Wskazywało to wyciek z pompy paliwowej i uwolnienie ciepłej hydrazyny. Nie naruszało to jednak norm. Obie awarie nie stanowiły zagrożenia dla misji i astronautów.

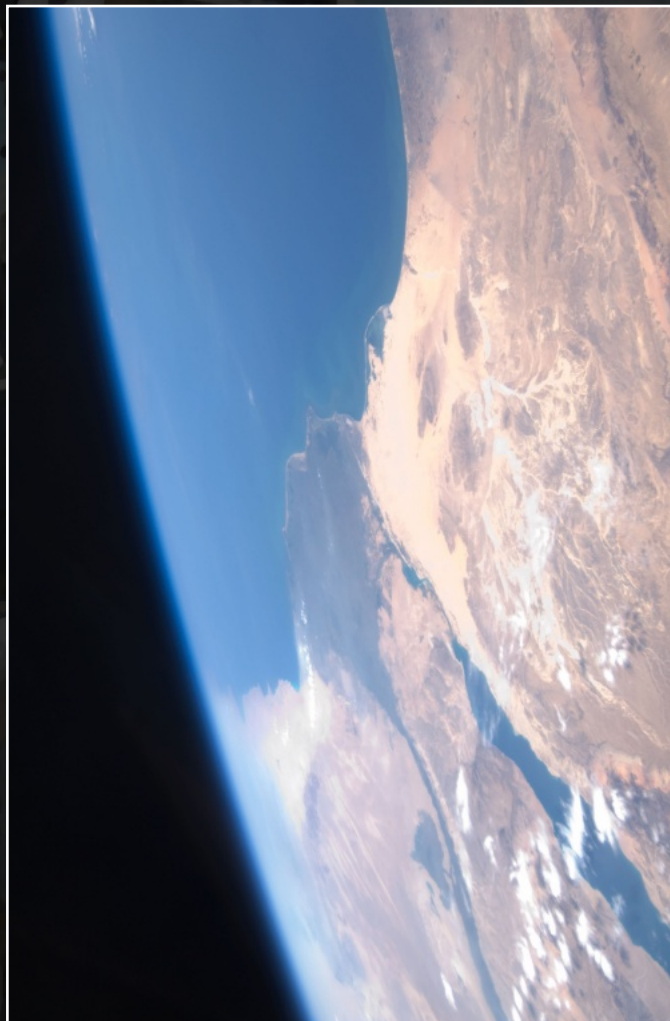


Prom opuszcza LC-39A, z prawej strony widoczny system rur zawierający utleniacz do systemu OMS/RCS (STS125-S-038)



## FLIGHT DAY 2

Drugi dzień lotu, 12 maja 2009 był pierwszym pełnym dniem załogi misji STS-125 na orbicie. Astronauci wykonali przegląd stanu osłony termicznej wahadłowca za pomocą systemu sensorów wysięgnika orbitera (Orbiter Boom Sensors System - OBSS). Jest to długa na 50 stóp belka służąca do badań stanu płytek chroniących przed wysokimi temperaturami podczas lądowania. OBSS znajdował się po boku ładowni. Został pochwycony przez manipulator zdalny RMS, i stanowił jego przedłużenie, dając możliwość przebadania całej powierzchni spodniej orbitera. Przegląd poszycia trwał prawie 7 godzin i brało w nim udział pięciu członków załogi - Scott Altman, Gregory Johnson, Michael Good, Megan McArthur i Mike Massimino. Procedura przeglądu została zmodyfikowana w stosunku do lotów na ISS. Miało to na celu dostarczenie maksymalnej ilości danych wobec braku możliwości bezpośredniego sfotografowania powierzchni orbitera, jak było to robione przed cumowaniem do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Do standardowego przeglądu krawędzi skrzydeł i obszaru nosowego orbitera dołączono również skanowanie płytek na brzuchu



Półwysep Synaj widziany z orbity  
(S125-E-005173)



Michael Good w mid-decku promu Atlantis  
(S125-E-006452)



Mike Massimino obsługuje kamerę  
(S125-E-00644)





Gregory C. Johnson pomaga w rozpakowywaniu na środkowym pokładzie wahadłowca (S125-E-006489)

orbitera. Przedłużyło to normalne skanowanie o 2 godziny i 10 minut. Pozwoliło to jednak na spełnienie wszystkich wymagań badań osłony termicznej. Astronaucci na początku zekranowali przednią krawędź prawego skrzydła, a następnie prawą część spodniej strony orbitera. Ta część była badana przez około 30 minut. Potem dokończony został przegląd krawędzi skrzydła prawego. Następnie zbadano obszar nosowy. W dalszej kolejności zbadano lewą część spodu



Mike Massimino pracuje na komputerze w środkowym pokładzie promu Atlantis (S125-E-006509)





John Grunsfeld, środkowy pokład Atlantis  
(S125-E-006501)



Michael Good wypakowuje urządzenia  
(S125-E-006512)

orbitera, co trwało 96 minut. Ostatnim badanym miejscem była przednia krawędź lewego skrzydła. Dane zebrane podczas przeglądu zostały wysłane na Ziemię do dokładniejszej analizy. Wstępnie zaobserwowano jedno uszkodzenie płytek. Znajdowało się w przedniej części wahadłowca, w miejscu gdzie skrzydło łączy się z kadłubem. Miało postać łańcucha odprysków obejmującego 5 płytek. Uszkodzenie miało około 50 centymetrów długości. Było jednak bardzo płytkie i nie powinno stanowić żadnego zagrożenia, Tym niemniej zostało poddane standardowej analizie podejmowanej po znalezieniu takich odprysków. Nie uważano jednak, że konieczne byłyby dokładniejsze badania tego miejsca za pomocą OBSS. Byłoby to jednak możliwe po drugim spacerze kosmicznym. Po przeglądzie Altman i Grunsfeld przygotowali system wsparcia lotu (Flight Support System - FSS), czyli umieszczoną w tylnej części ładowni platformę będącą interfejsem cumowniczym dla Teleskopu Hubblea. John Grunsfeld i Andrew Feustel w asyście Massimino pracowali też w służbie wahadłowca, gdzie przygotowywali skafandry EMU przeznaczone do użycia podczas pięciu planowanych spacerów kosmicznych. Pod koniec dnia Good i Feustel przygotowali narzędzia przeznaczone do użycia podczas zbliżania się i przechwytywania Teleskopu Hubblea. Altman i Johnson wykonali też manewr silnikowy korygujący orbitę przed spotkaniem z HST. Tymczasem na Ziemi trwały analizy zdjęć ze startu. Ich zakończenie było planowane na 13 maja. Do tej pory nie znaleziono żadnych poważniejszych problemów. 106 sekund po starcie zauważono fragment pianki, który mógł spowodować znalezione uszkodzenie płytek. Również sensory pod panelami prawego skrzydła zarejestrowały możliwe uderzenie w czasie 104 - 106 sekund po starcie. Dokładniejszych informacji na temat tego epizodu mogły dostarczyć zdjęcia zbiornika paliwa wykonane przez aparat umieszczony w miejscu gdzie do orbitera wchodzi linie paliwowe, ale wystąpiły problemy z odzyskaniem tych danych. Tym niemniej po dokładniejszej analizie, pod koniec dnia zdecydowano, że dokładniejsze obserwacje miejsca uderzenia nie będą potrzebne. W KSC oceniane były też uszkodzenia deflektora spalin na platformie startowej 39A. Znalaziono tam sporo gruzu, ale nie istniała możliwość uderzenia wahadłowca.



## FLIGHT DAY 3



Pilot Gregory C. Johnson podczas pracy  
(S125-E-006522)



Scott Altman wygląda przez okno wahadłowca  
(S125-E-006533)

Trzeciego dnia lotu, 13 maja załoga przechwyciła Teleskop Hubble'a. W nocy HST złożył swoje anteny wysokiego zysku i zamknął klapę chroniącą optykę. Było za to odpowiedzialne Centrum Kontroli Misji Teleskopu Kosmicznego (Space Telescope Operations Control Center) w Centrum Lotów Kosmicznych im. Goddarda (Goddard Space Flight Center - GSFC) w Greenbelt. Końcowa faza zbliżania się do celu rozpoczęła się w punkcie w odległości około 15 kilometrów od teleskopu. Wahadłowiec znalazł się w nim na około 3 godziny przed przechwyceniem HST. Końcowe podejście do teleskopu rozpoczęło się na kolejnej orbicie manewrem silnikowym rozpoczynającym spotkanie (Terminal Initiation - TI). Podczas zbliżania się odległość między wahadłowcem i teleskopem była mierzona za pomocą anteny pasma Ku pracującej w trybie radarowym. Istniały cztery okazje do przeprowadzenia małych korekt kursu, ale dwie z nich zostały anulowane. Megan McArthur ustawiła też manipulator wahadłowca w pozycji umożliwiającej pochwylenie HST. Został on wyciągnięty ponad ładownię. Po ostatniej korekcie trajektorii wahadłowiec Atlantis znajdował się w odległości pół mili od HST. Pozycja ta została zajęta na około godzinę przed przechwyceniem celu. Scott Altman zajął



John Grunsfeld testuje narzędzia, które mają być wykorzystane podczas spacerów kosmicznych EVA  
(S125-E-006621)





Kosmiczny Teleskop Hubble'a widoczny z okna promu kosmicznego Atlantis  
(S125-E-006928)

miejsce przy kokpicie w tylnej części kabiny załogowej. Dzięki temu miał widok z dwóch okien na ładownię. Przejął następnie ręczną kontrolę nad zbliżaniem się do teleskopu. Asystowali mu . Gregory Johnson i Michael Good. Good posługiwał się ręcznym dalmierzem laserowym i dostarczał Altmanowi dodatkowych informacji na temat odległości do teleskopu. Andrew Feustel monitorował aktualne dane nawigacyjne za pomocą odpowiedniego programu na laptopie. Altman zwolnił szybkość podejścia do teleskopu poprzez uruchomienie silników RCS w trybie tzw. Low-Z w odległości 450 metrów. Uruchomione zostały silniki skierowane w stronę przeciwną do teleskopu. Pozwoliło to na zwolnienie względem celu i zapobiegło zanieczyszczeniu HST. W odległości 180 metrów szybkość zbliżania się została zmniejszona do 800 metrów na godzinę. W odległości 60 metrów teleskop miał zostać ustawiony w orientacji umożliwiającej jego pochwylenie za pomocą RMS i zacumowanie do FSS. Wystąpiły jednak problemy z systemem zapewniającym łączność pomiędzy wahadłowcem i teleskopem. Służyło ono do przekazywania danych z Ziemi do teleskopu. Później okazało się, że system ten działał prawidłowo, ale na Ziemi dane wysyłane było z szybkością wyższą niż wymagana. Z tego powodu wahadłowiec musiał wykonać manewr ustawiający go w odpowiedniej orientacji. Opóźniło to przechwycenie o około 20 minut. Po zbliżeniu się do celu na odległości 10,5 metra, Atlantis zajął stacjonarną pozycję względem teleskopu, co umożliwiło jego przechwycenie. Następnie HST został przechwycony za pomocą ramienia RMS wahadłowca. Sterowała nim Megan McArthur. Posługiwała się obrazami z kamery ramienia. Przechwycenie miało miejsce o godzinie 17:14 UTC. Miało miejsce, gdy oba statki kosmiczne przelatywały na wysokości 560 kilometrów nad zachodnią Australią. Odpowiedni uchwyt znajdował się na bocznej





Megan McArthur steruje ramieniem wahadłowca SRMS, które pochwyti teleskop  
(S125-E-006663)



John Grunsfeld fotografuje HST podczas podejścia  
(S125-E-006636)

powierzchni teleskopu. Następnie Teleskop Hubble'a został przyciągnięty do ładowni i zacumowany na FSS. Pomagała w tym kamera scentrowana na miejsce cumowania. Poprzez interfejs cumowniczy do teleskopu dostarczone zostało zasilanie. Powierzchnia HST została też dokładnie sfotografowana za pomocą kamery RMS. Było to istotne dla oceny stopnia degradacji izolacji wielowarstwowej od czasu ostatniej misji serwisowej w 2002r. Potem panele słoneczne zostały ustawione w pozycji właściwej do serwisowania. Po przechwyceniu HST Altman ustawił wahadłowiec w orientacji umożliwiającej pełne naładowanie baterii teleskopu przez panele słoneczne. Podczas dnia astronauta Grunsfeld, Feustel, Good i Mike Massimino z resztą załogi przeglądali również procedury związane z pierwszym spacerem kosmicznym. Sprawdzili również narzędzia przeznaczone do użycia podczas spacerów kosmicznych. Tymczasem na Ziemi zakończyła się wstępna faza analizy danych dotyczących stanu osłony termicznej. Stwierdzono, że poszycie jest zdolne do wejścia w atmosferę. Część płytek po lewej



stronie orbitera, blisko obszaru dziobowego nie zostało zeskanowanych z powodu problemów z pozycjonowaniem sensorów, ale można było je obejrzeć za pomocą kamery ramienia RMS w późniejszym czasie. Śledzony był też odłamek pochodzący z chińskiej próby broni antysatelitarnej, który miał przelecieć w odległości 2,7 kilometra od wahadłowca. Wymagał on monitorowania, ale nie było potrzeby manewru w celu zwiększenia odległości przelotu. Sensor wykrywający uderzenia pod panelem 11R prawego skrzydła zarejestrował do tej pory jeden taki incydent, jednak siła uderzenia była na tyle niewielka, że nie powinna



Scott Altman steruje wahadłowcem  
(S125-E-006661)



HST uchwycony przez SRMS  
(S125-E-006672)



Kosmiczny Teleskop Hubble'a  
(S125-E-006948)



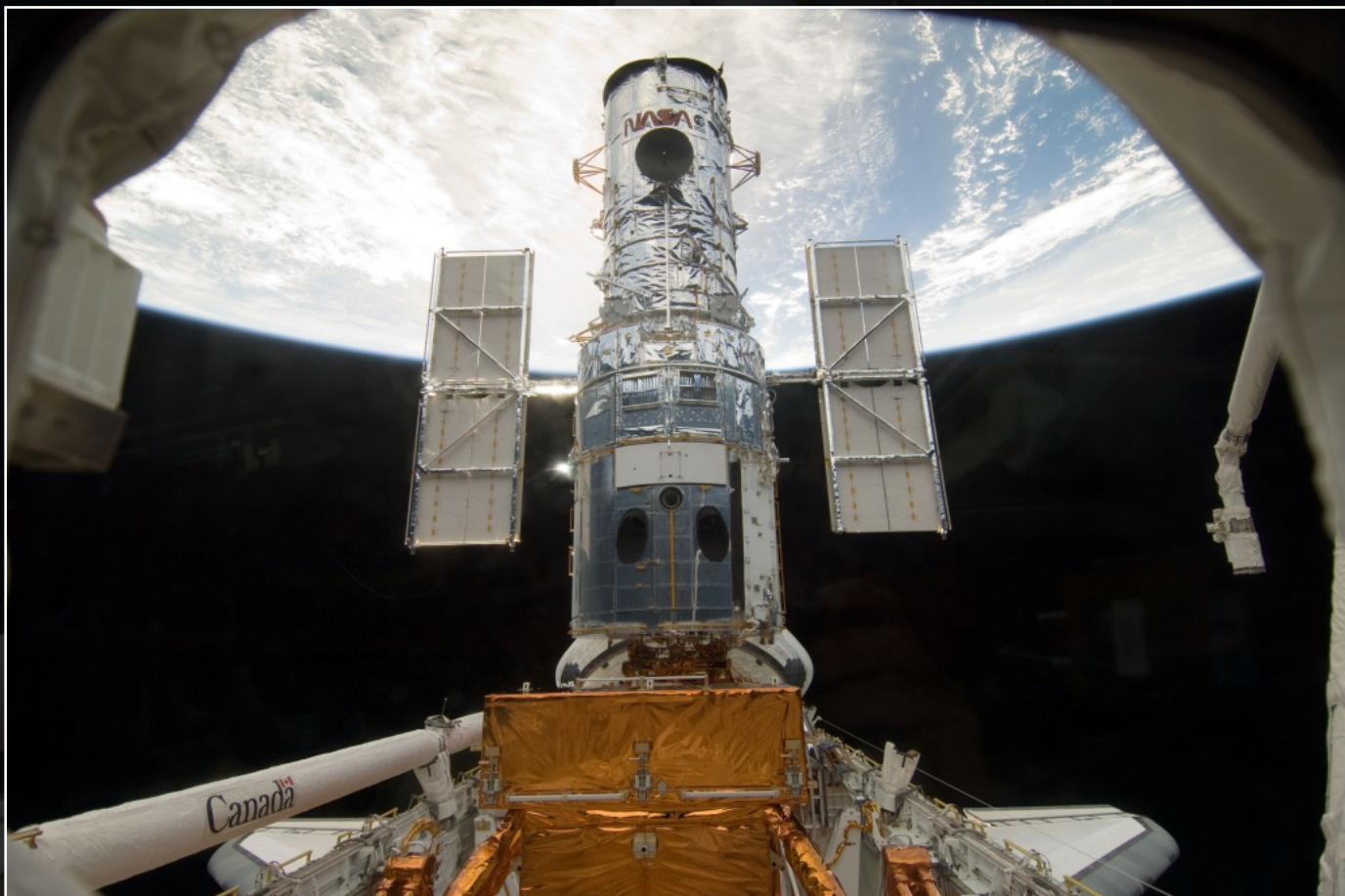
HST połączony z wahadłowcem ramieniem SRMS, które następnie przesunie teleskop na miejsce pracy w ładowni  
(S125-E-006955)



spowodować dostrzegalnego uszkodzenia. Kamera w ładowni zarejestrowała również małe drobinki, które wyleciały z okolic pojemnika kamery WFC 3. Mogły być to zanieczyszczenia uwolnione z fałdów izolacji wielowarstwowej na skutek wibracji. Z tego powodu podczas wyciągania kamery w czasie EVA 1 trzeba było zachować szczególną ostrożność, alby nie zanieczyścić instrumentu.



Mike Massimino wygląda przez okno w tylnej części górnego pokładu wahadłowca Atlantis  
(S125-E-007031)



Kosmiczny Teleskop Hubble'a zabezpieczony na platformie w ładowni wahadłowca, oczekujący na EVA-1  
(125-E-007068)





Mike Massimino (po lewej) i Andrew Feustel (ubrany w skafander chłodzący) omawiają listę prac i procedur (S125-E-007291)



Andrew Feustel przygotowuje się do EVA-1 (S125-E-007305)

## FLIGHT DAY 4 EVA-1

Czwartego dnia misji, 14 maja wykonany został pierwszy spacer kosmiczny misji STS-125, czyli EVA 1. Głównym celem spaceru była instalacja kamery WFC 3 oraz wymiana systemu zarządzającego danymi z instrumentów naukowych (Science Instrument Command and Data Handling System - SIC&DH). Astronauci John Grunsfeld i Andrew Feustel opuścili służbę wahadłowca ubrani w skafandry EMU o godzinie 12:52 UTC. Na początku spaceru Feustel udał się w okolice pojemnika ochronnego WFC 3 (Wide-field Scientific Instrument Protective Enclosure - WSIPE) na superlekim nosicielu wymienialnym (Super Lightweight Interchangeable Carrier - SLIC) w ładowni. Tam zwolnił część zatrasków. W tym czasie Grunsfeld umieścił obejmę na stopy na końcu ramienia RMS. Zainstalował też układ chroniący panele słoneczne przed wibracjami w trakcie prac. Ponadto zamontował mocowanie w ładowni służące do





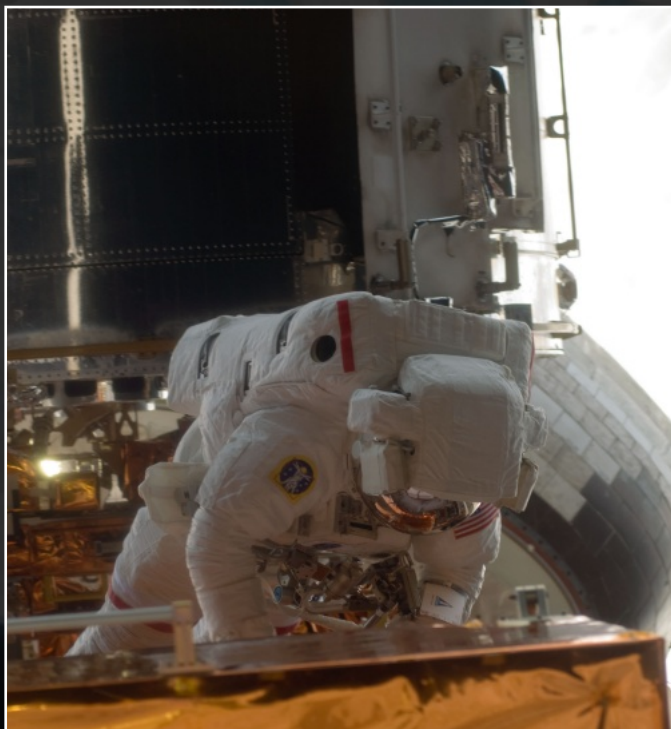
Andrew Feustel w skafandrze kosmicznym EMU zagląda przez okno w tylnej części górnego pokładu wahadłowca (S125-E-007356)

tymczasowego przechowywania wyposażenia. Zostało umieszczone na lewej ścianie ładowni. Potem Feustel zaczepił stopy w obejmie na końcu RMS. Za pomocą ramienia został następnie przeniesiony w pobliże teleskopu i ustawiony w pozycji umożliwiającej usunięcie starej kamery WFPC 2. Ramieniem sterowała McArthur. Grunsfeld natomiast zamontował ochronne pokrycie na antenach niskiego zysku teleskopu. Potem dołączył do Feustela w pobliżu WFPC 2. W celu



Widok na wnętrze przedniej części przedziału ładunkowego wahadłowca z perspektywy jednego z astronautów (S125-E-007418)





John Grunsfeld podczas EVA-1  
(S125-E-007207)

usunięcia WFPC 2 Feustel zwolnił łącznik oraz śrubę i otworzył zatrask. Napotkał tu trudności podczas zwalniania mocowania. Pierwsza próba była nieudana. Grunsfeld wrócił do służby powietrznej, z której przyniósł dodatkowe narzędzia. Po kilku próbach udało się jednak zwolnić mocowanie. Potem powoli wysunął kamerę po prowadnicach. Grunsfeld monitorował odłączenie kamery. Następnie Feustela wraz z kamerą WFPC 2 został przeniesiony w pobliże zamontowanego przez Grunsfelda mocowania w ładowni. Tam tymczasowo zaczepił starą kamerę. Następnie został przeniesiony w pobliże



John Grunsfeld (na dole) i Andrew Feustel  
(S125-E-007211)



John Grunsfeld przygląda się pracom przy WFPC2  
(S125-E-007223)



Prace przy WFPC 2, EVA-1  
(S125-E-007215)





John Grunsfeld trzyma się poręczy zamontowanej na korpusie teleskopu Hubble'a, widoczny otwór po WFPC2 (S125-E-007224)

zamontowanego przez Grunsfelda mocowania w ładowni. Tam tymczasowo zaczepił starą kamerę. Następnie został przeniesiony w pobliże WSIPE. W celu wysunięcia WFC 3 musiał odłączyć 2 zawory, śrubę i zatrzask. Następnie pochwycił nową kamerę (o masie 900 funtów) i ostrożnie wysunął z pojemnika ochronnego. Czynność ta była monitorowana przez Grunsfelda. Potem Feustel ponownie został przeniesiony za pomocą ramienia w pobliże HST. Tam powoli



John Grunsfeld (na dole) i Andrew Feustel wsuwają WFPC2 na tymczasowe miejsce w ładowni promu (S125-E-007226)





Andrew Feustel przenosi starą kamerę WFPC2 do specjalnej osłony, w której wróci ona na Ziemię (S125-E-007372)



Megan McArthur wygląda przez okno wahadłowca (S125-E-007385)

wsunął WFC 3 na miejsce WFPC 2. Następnie zatrzasnął mocowanie, zakręcił śrubę i zamknął zatrzask. Po podłączeniu WFC 3 kontrola naziemna wykonała testy zasilania. Zakończyły się powodzeniem. Z powodu początkowych problemów instalacja kamery trwała godzinę dłużej niż planowano. Po zamontowaniu WFC 3 Feustel odłączył od jej powierzchni rączkę ułatwiającą jej przenoszenie. Następnie przekazał ją Grunsfeldowi. Po instalacji nowej kamery Feustel, nadal na końcu ramienia przeniósł WFPC 2 do pojemnika WSIPE. Tam została ona zabezpieczona, a pojemnik zamknięty. Kolejnym zadaniem spaceru była wymiana systemu SIC&DH. Element ten znajdował się na lekkim nosicielu wyposażenia wielokrotnego użytku (Multi-Use Lightweight Equipment Carrier - MULE). Składał się z 14 komponentów umieszczonych w 6 stosach i zamontowanych na pojedynczej płycie, co utworzyło jedną jednostkę ORU. Grunsfeld odłączył SIC&DH o masie 136 funtów od nosiciela poprzez zwolnienie 8 rygli. W tym czasie Feustel wymontował stary komputer z HST poprzez usunięcie 10 rygli. Znajdował



się on na wewnętrznej powierzchni pokrywy zatoki wyposażenia nr 10, w odległości 1/4 obwody teleskopu od nowej kamery WFC 3. Następnie przeniósł stary SIC&DH w pobliże MULE, gdzie przekazał go Grunsfeldowi. Następnie został przeniesiony wraz z nowym SIC&DH w pobliże teleskopu, gdzie go zainstalował. W tym celu zacisnął 10 ryli i podłączył pojedynczy kabel. W międzyczasie Grunsfeld zamontował stary SIC&DH na MULE, w miejscu nowego. Wymiana SIC&DH przebiegła bez żadnych problemów. Również weryfikacja jego funkcjonalności zakończyła się pełnym sukcesem. Następnie zainstalowany został mechanizmu miękkiego pochwyty (Soft Capture Mechanism - SCM). SCM znajdował się na platformie FSS. W celu jego zamontowania Grunsfeld zacisnął pojedynczy rygiel łączący go HST i zwolnił zatrzaski łączące go z FSS. Pod koniec spaceru Feustel zamontował dwie z trzech klamek (Latch Over Center Kits - LOCS) pozwalających na szybkie otwarcie i zamknięcie drzwi teleskopu podczas EVA 3. Było to dodatkowe zadanie EVA 1. Był to już



Montaż kamery WFPC2 w pojemniku  
(S125-E-007393)



John Grunsfeld podczas EVA-1  
(S125-E-007236)



Andrew Feustel w odbiciu hełmu Johna Grunsfeld'a  
(S125-E-007491)





Andrew Feustel instaluje nowy moduł SIC&DH, będąc zawieszonym na końcu ramienia SRMS (S125-E-007397)

szósty spacer kosmiczny dla Grunsfelda, ale pierwszy dla Feustela. Całkowity czas trwania spacerów kosmicznych Grunsfelda wyniósł 44 godziny i 52 minuty. Znalazł się ty samym na 8 miejscu na liście astronautów z najdłuższym łącznym czasem EVA. Ponadto był to 19 spacer kosmiczny w historii serwisowania HST. Łącznie trwały one 136 godzin i 30 minut. Pod koniec dnia astronauta przejrżeli jeszcze procedury związane z EVA 2.



John Grunsfeld (po lewej) i Andrew Feustel po zakończeniu EVA-1 (S125-E-007182)



## FLIGHT DAY 5 EVA-2



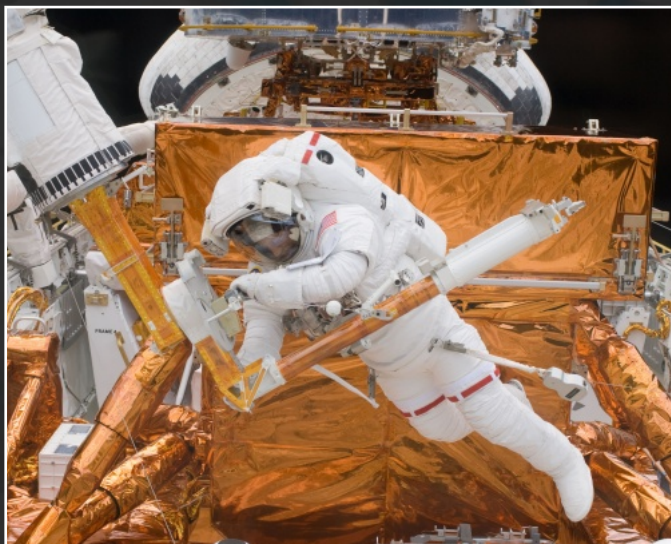
Mike Massimino rozpoczyna EVA-2  
(S125-E-007511)

Piątego dnia lotu, 15 maja wykonany został drugi spacer kosmiczny, czyli EVA 2. Do jego zadań zaliczała się wymiana trzech jednostek sensorów tempa (Rate Sensor Unit - RSU) zawierających po dwa żyroskopy, oraz wymiana baterii w przedziale wyposażenia numer 2 (drugi moduł baterii - w przedziale numer 3 był przeznaczony do wymiany podczas EVA 5). Astronaucci Massimino i Good opuścili służę wahadłowca o godzinie 12:49 UTC. Na samym początku spaceru Michael Massimino miał drobne problemy z łącznością z Centrum Kontroli Misji. Zostały on jednak szybko rozwiązane. Po przygotowaniu narzędzi Massimino udał się w okolice nosiciela jednostek wymienialnych na orbicie (Orbital Replacement Unit Carrier - ORUC), gdzie znajdowały się 3 jednostki RSU umieszczone w pojemniku ochronnym dla małych jednostek ORU (Small ORU Protective Enclosure - SOPE) o standardowych wymiarach. Tam otworzył



Mike Massimino przygotowuje ramię SRMS do pracy zaplanowanej na EVA-2  
(S125-E-007532)





Mike Massimino rozkłada elementy PFR  
(S125-E-007537)

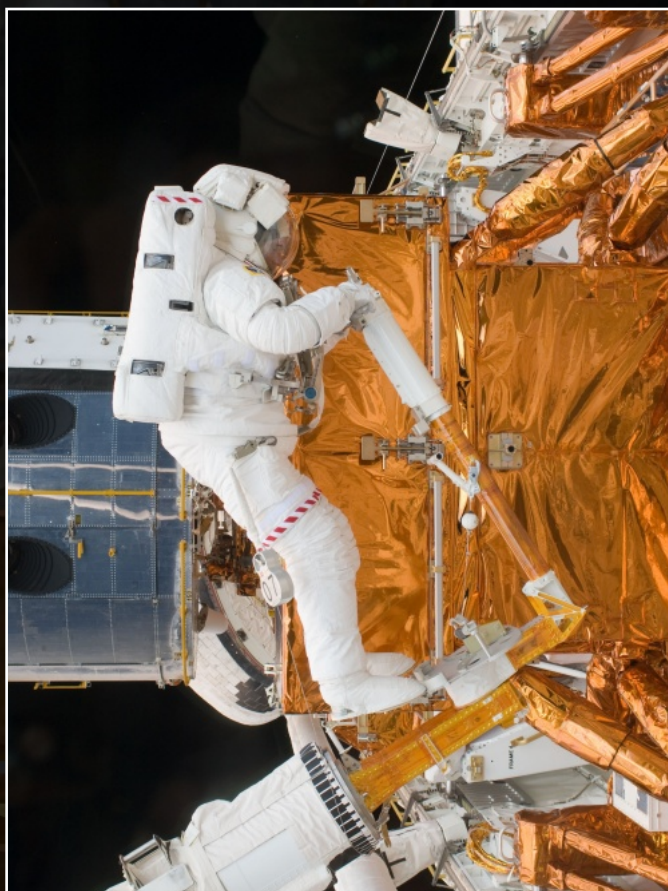


Chmury nad Wyspami Zielonego Przylądka  
(S125-E-007547)

pokrywę pojemnika. Good w tym czasie zaczepił nogi na platformie na końcu ramienia RMS. Następnie został przemieszczony w okolice SOPE. Tam przejął elementy RSU i został z nimi przemieszczony w okolice Teleskopu Hubblea. Massimino natomiast przygotował narzędzia używane do instalacji RSU. Przy teleskopie Good przemieścił dwie głowice szperaczy gwiazd odsłaniając pokrywę zatoki zawierającej żyroskopy. Podczas otwierania pokrywki musiał uważać, aby nie uderzyć nią radiatora. Po otarciu pokrywki Good przesunął zewnętrzną izolację zwalniając przestrzeń dla obejmy na stopy, której później użyje Massimino. Następnie przy teleskopie Massimino zamontował ogranicznik na stopy, w czym pomagał mu Good. Massimino pracował we wnętrzu

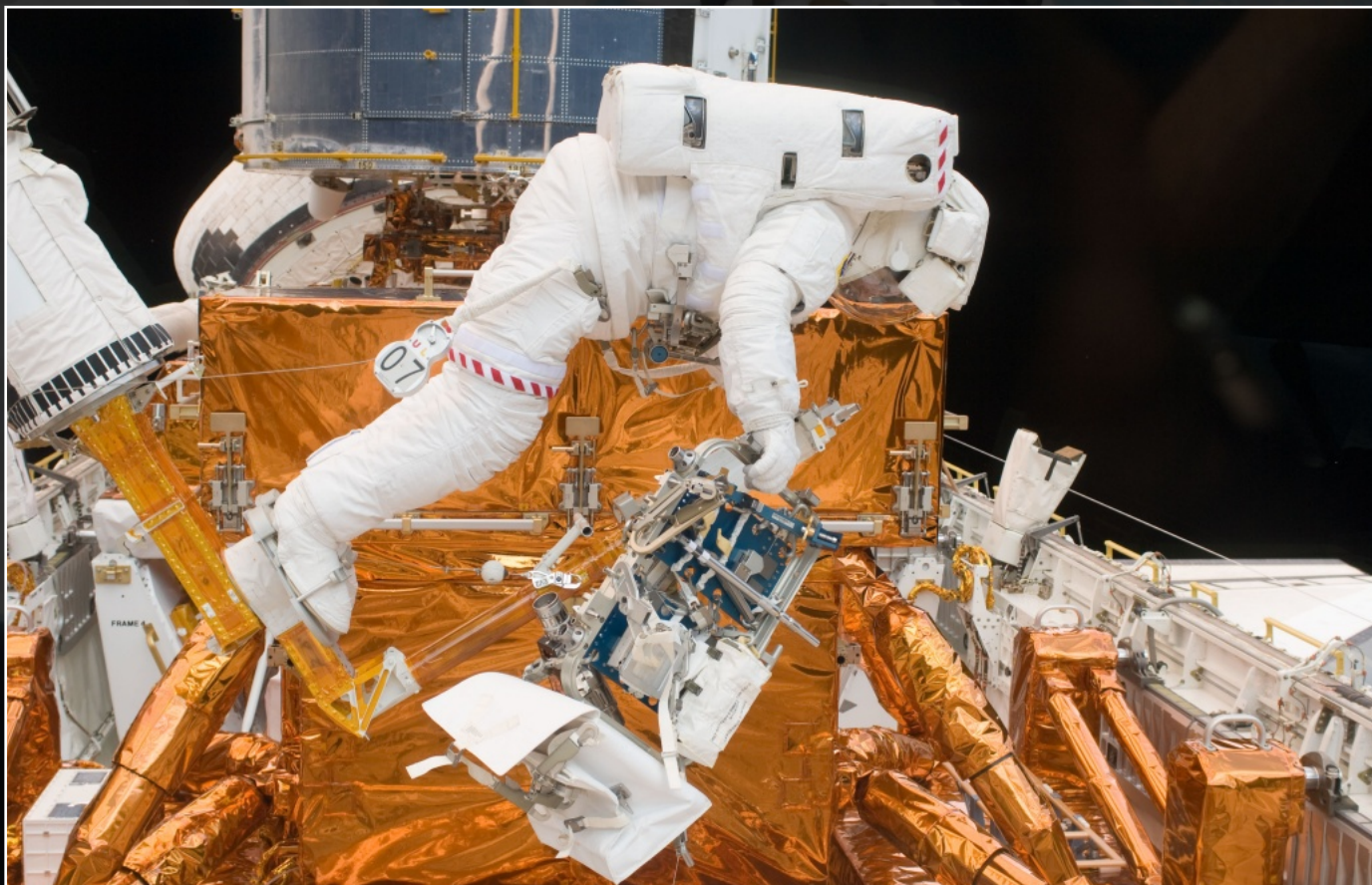


Michael Good wchodzi na koniec ramienia SRMS  
(S125-E-007555)

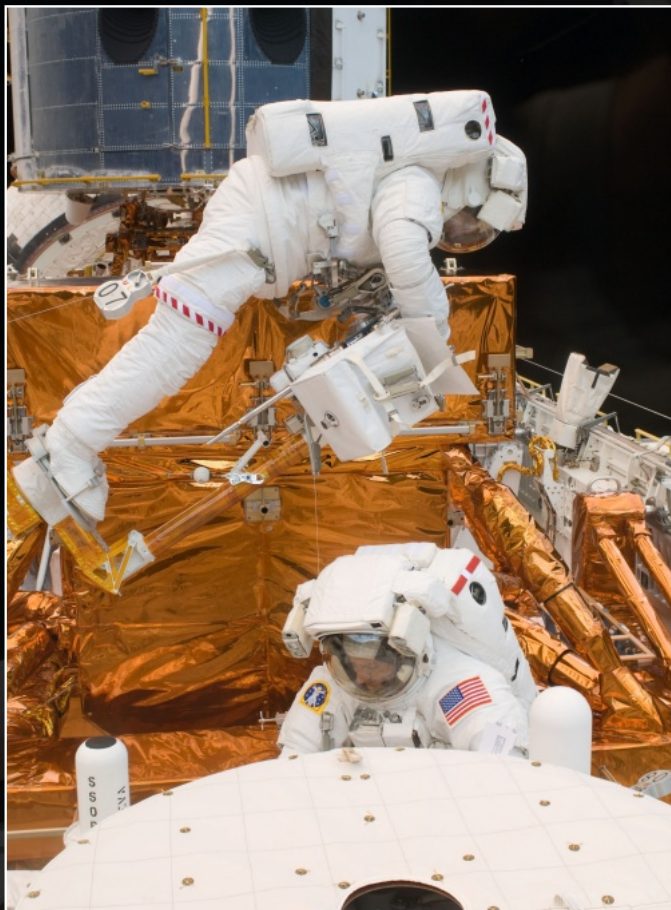


Michael Good zajmuje miejsce w PFR  
(S125-E-007559)



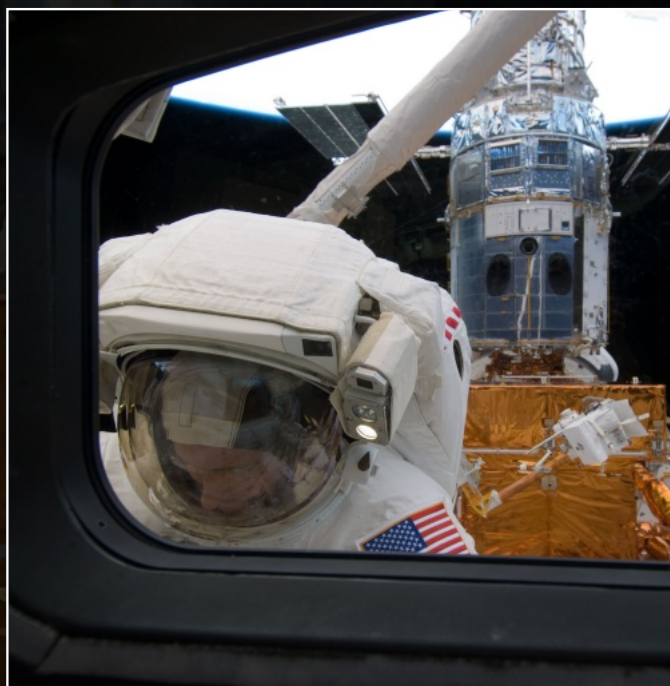


Michael Good na końcu ramienia SRMS zaczepiony nogami do elementu Portable Foot Restraint (S125-E-007563)



Mike Massimino (na dole) i Michael Good, EVA-2 (S125-E-007572)

komory żyroskopów, natomiast Good podawał odpowiednie narzędzia. Massimino przystąpił następnie od odłączania starych jednostek RSU. Wymiana RSU była oceniana jako stosunkowo łatwe zadanie, ale wymagała



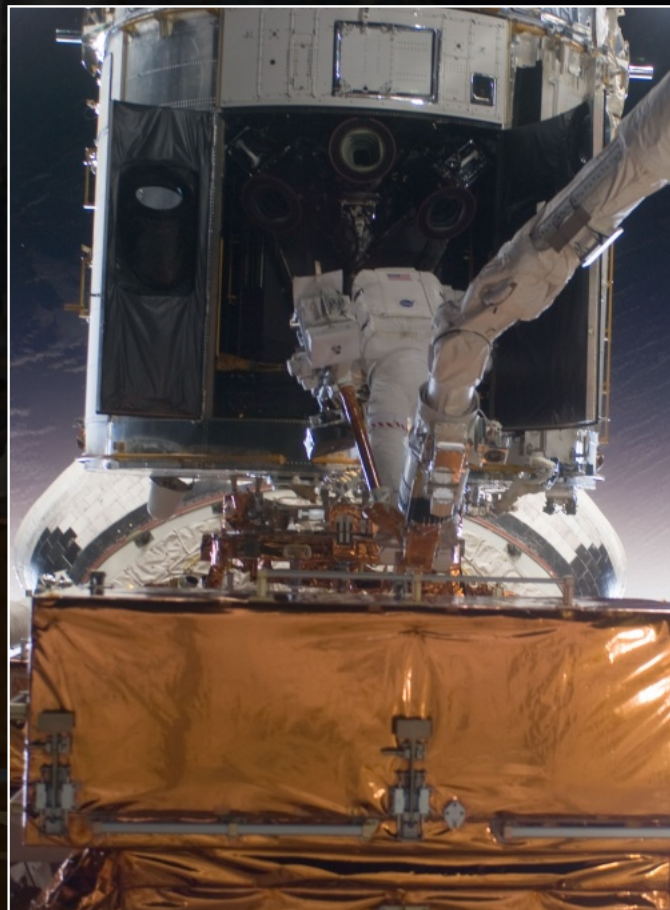
Michael 'Bueno' Good podczas prac EVA-2 (S125-E-007582)





Michael Good zagląda przez jedno z okien, umieszczonych w tylnej części górnego pokładu wahadłowca (S125-E-007587)

precyzji z uwagi na wiele delikatnych części wewnątrz teleskopu. W celu demontażu pierwszej jednostki RSU odłączył trzy wtyczki połączeń elektrycznych. Good natomiast odkręcił trzy śruby. Potem można już było wysunąć RSU z zatoki żyroskopów. Ta sama czynność została powtórzona z każdym z dwóch pozostałych RSU. Usunięcie wszarskich trzech jednostek RSU nie sprawiło trudności. Następnie zamontowany został pierwszy nowy pakiet RSU. Został on wsunięty na miejsce starego. Potem astronauta podłączyli wtyczki zasilania i przykręcili trzy śruby, te same które łączyły stare jednostki RSU. Potem przystąpili do instalacji drugiego nowego RSU. Napotkano tu jednak poważne trudności. Nie dało się jej wsunąć na miejsce instalacji. Z tego powodu nie udało się zainstalować całkiem nowych żyroskopów. W ich miejsce zdecydowano się na instalację pakietu zapasowego, zawierającego żyroskopy zdemontowane w czasie misji serwisowej SM3A (lot STS-103 wahadłowca Discovery) z 1999r i odnowione. Pakiet ten został przyniesiony z pojemnika ochronnego na dodatkowe elementy



Michael Good odkręca śruby przytrzymujące RSU (S125-E-007613)





Megan McArthur obserwuje postępy prac nad wymianą zespołu baterii w przedziale numer 2 teleskopu Hubble'a (S125-E-007727)

wymienialne na orbicie (Contingency ORU Protective Enclosure - COPE) na nosicielu MULE. COPE zawierał zapasowe narzędzia i części. Instalacja tego pakietu nie nastąpiła większych trudności. Podczas instalacji ostatniego parkietu RSU ponownie napotkano problemy z jego dopasowaniem. Z tego powodu zamiast całkiem nowego zestawu, po raz drugi zainstalowano



Pilot Gregory C. Johnson zapisuje notatki podczas trwania EVA-2 (S125-E-007729)





Andrew Feustel wspomaga kolegów podczas EVA-2  
(S125-E-007733)

odnowiony. Problemy napotkane podczas wymiany RSU spowodowały, że procedura ta trwała o dwie godziny dłużej niż planowano. Z tego powodu kontrola misji zdecydowała o przedłużeniu EVA 2 w celu wymiany baterii. Nie stanowiło to większego problemu, ponieważ zapas powietrza w skafandrze EMU Gooda swobodnie wystarczał na ten czas. Massimino natomiast udał się do służby powietrznej, gdzie uzupełnił zapas powietrza. Baterie skafandrów mogły natomiast pracować przez 9 godzin. Po zakończeniu prac przy żyroskopach astronauta ponownie przesunęli arkusz wewnętrznej izolacji i zamknęli pokrywę zatoki żyroskopów. Przy ich zamykaniu nastąpił drobny problem. Po wymianie RSU astronauta przystąpili do wymiany pierwszego zespołu baterii, umieszczonego w przedziale wyposażenia numer 2. Good zajął się odłączaniem starego zespołu baterii, złożonego z 3 sztuk. W tym celu odłączył 6 wtyczek kabli elektrycznych. Następnie okręcił 14 śrub. Massimino natomiast pracował przy superlekim nosicielu wymiennym (Super Lightweight Interchangeable Carrier - SLIC) w ładowni,



Michael 'Bueno' Good przenosi nowe baterie  
(S125-E-007745)



Michael Good montuje nowy zespół baterii  
(S125-E-007682)



gdzie znajdowały się nowe baterie. W celu odłączenia pierwszej jednostki baterii od nosiciela dokręcił 12 śrub. Cała ta jednostka miała wymiary 36 x 36 x 10 cali i masę 475 funtów. Good po odłączeniu starej baterii dołączył do Massimino przy SLIC. Tam razem zamontowali starą baterię na miejscu nowej. Good przeniósł nową baterię w pobliże teleskopu, gdzie zamontował ją w komorze starej. Po wsunięciu nowej baterii ponownie przyłączył 6 wtyczek i przykręcił 14 śrub. Było to już ostatnie zadanie spaceru. W czasie EVA 2 istniała jeszcze okazja do wykonania dodatkowego zadania na potrzeby EVA 3 - montażu nowego zasilacza dla kamery ACS. Z powodu znacznego przedłużenia EVA 2 nie zostało to jednak wykonane. Po wymianie baterii astronauta wrócił do służby wahadłowca kończąc spacer kosmiczny o godzinie 20:45 UTC. Spacer EVA 2 trwał 7 godzin i 56 minut. Był to 8 spacer kosmiczny pod względem długości w historii. Spacer zakończył się pełnym powodzeniem mimo jego przedłużenia o prawie 1.5 godziny. Był to 20 spacer kosmiczny w historii Teleskopu Hubble'a. Łącznie trwały one już 144 godziny



John Grunsfeld przy otwartym wlocie służby wahadłowca (S125-E-007789)



Michael 'Bueno' Good w stanowiącym część EMU kombinezonie chłodzącym po zakończeniu EVA-2 (S125-E-007803)





Widok przez okna w tylnej części górnego przedziału wahadłowca, widoczne panele fotowoltaiczne teleskopu (S125-E-007768)

i 26 minut. Dla Massimino był to trzeci spacer EVA, a dla Gooda pierwszy. Centrum Kontroli Misji HST w GSFC poinformowało, że wszystkie RSU oraz wymieniony moduł baterii z powodzeniem przeszły testy funkcjonalności. W czasie dnia Scott Altman i Megan McArthur wykonali badania 40 płytek osłony termicznej za pomocą kamery ramienia RMS. Wcześniej nie zostały one zobrazowane za pomocą instrumentów OBSS. Pod koniec dnia astronauta przejrzyli procedury związane z EVA 3. Z powodu przedłużenia spaceru EVA 2 załoga poszła spać o godzinę później niż normalnie. Pobudka też została przesunięta o godzinę. Tymczasem zakończył się pełny test funkcjonalności nowej kamery WFC 3.



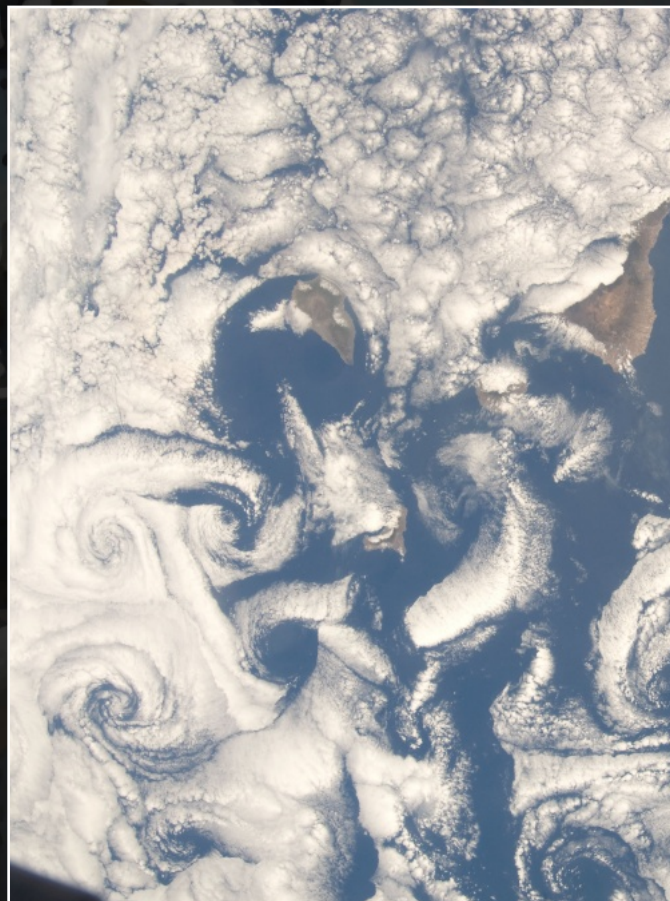
Chmury nad wschodnią częścią Oceanu Spokojnego, widoczny również półwysep Kalifornijski (S125-E-007774)



## FLIGHT DAY 6

### EVA-3

Szóstego dnia misji, 16 maja odbył się trzeci spacer kosmiczny, EVA 3. Do zadań spaceru należało zainstalowanie instrumentu COS w miejsce pakietu optyki korekcyjnej COSTAR, oraz naprawa kamery ACS. Astronauci Grunsfeld i Feustel opuścili służę wahadłowca o godzinie 13:35 czasu uniwersalnego. Na początku spaceru Grunsfeld przygotował w ładowni tymczasowy uchwyt na wyposażenie. W tym czasie Feustel otworzył drzwi sekcji instrumentów naukowych Teleskopu Hubble'a, pod którymi prowadzono prace w dalszej części spaceru. Następnie Grunsfeld przystąpił do demontażu pakietu COSTAR. W tym celu odłączył cztery wtyczki, a także rozłączył jeden uchwyt oraz dwa zatrzaski. Feunstel zaczepił nogi na obejmie na końcu ramienia RMS i został przeniesiony za jego pomocą w pobliże COSTAR. Następnie pochwycił COSTAR i został z nim przesunięty w pobliże ściany ładowni. Tam przymocował zdemontowaną



Wyspy Kanaryjskie widziane z pokładu Atlantis  
(S125-E-007900)



Mike Massimino pomaga Grunsfeld'owi założyć EMU  
(S125-E-007902)



John Grunsfeld (po lewej) i Mike Massimino  
(S125-E-007903)





John Grunsfeld w swoim skafandrze EMU (Extravehicular Mobility Unit) przed rozpoczęciem EVA-3  
(S125-E-007926)

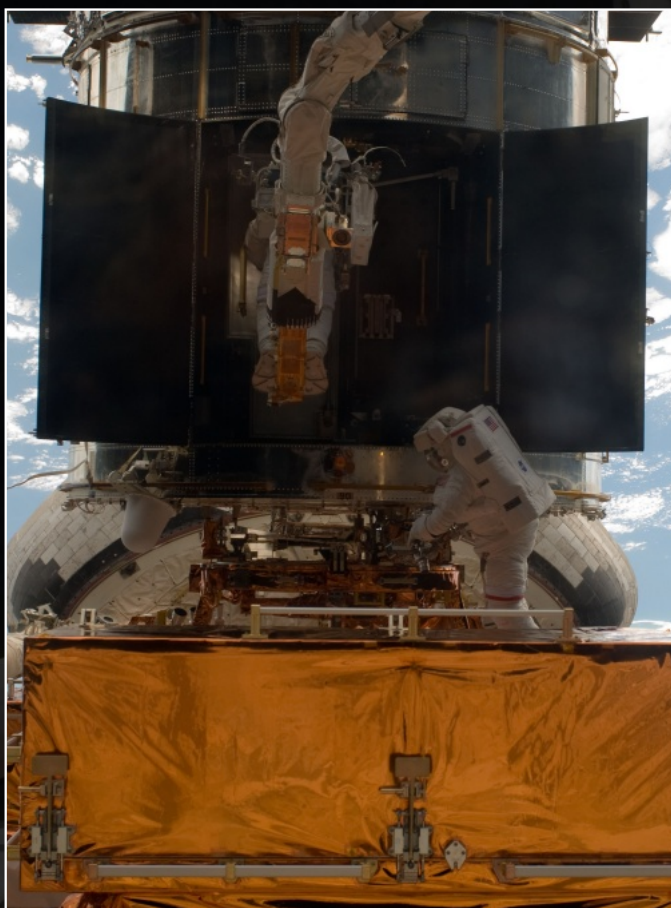


Andrew Feustel ubrany w skafander oczekuje w służbie wahadłowca na rozpoczęcie EVA-3  
(S125-E-007928)





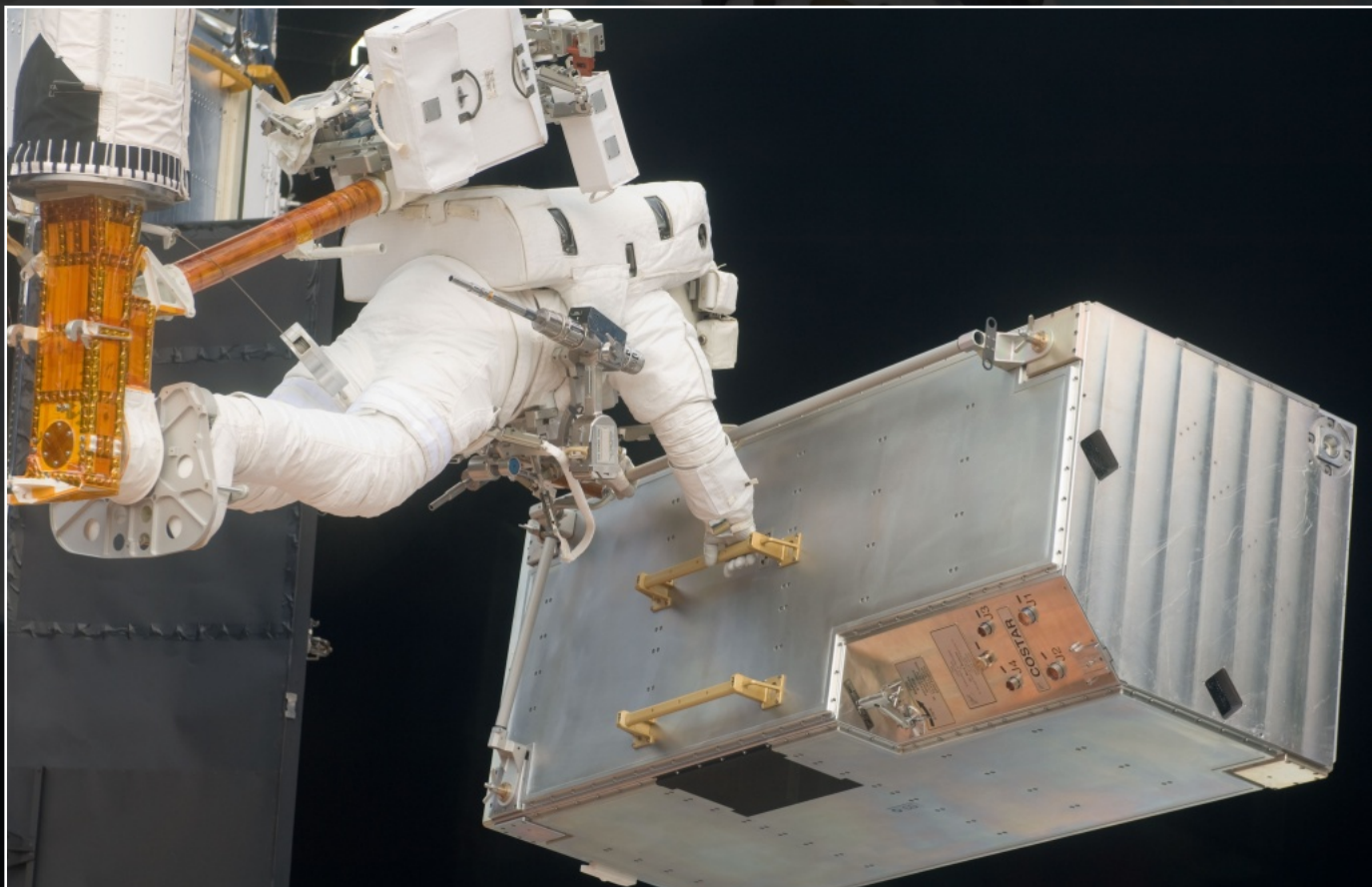
Od lewej: John Grunsfeld, Scott Altman i Andrew Feustel w służbie promu kosmicznego przed rozpoczęciem EVA-3 (S125-E-007935)



Andrew Feustel (na SRMS) i John Grunsfeld, EVA-3 (S125-E-008102)

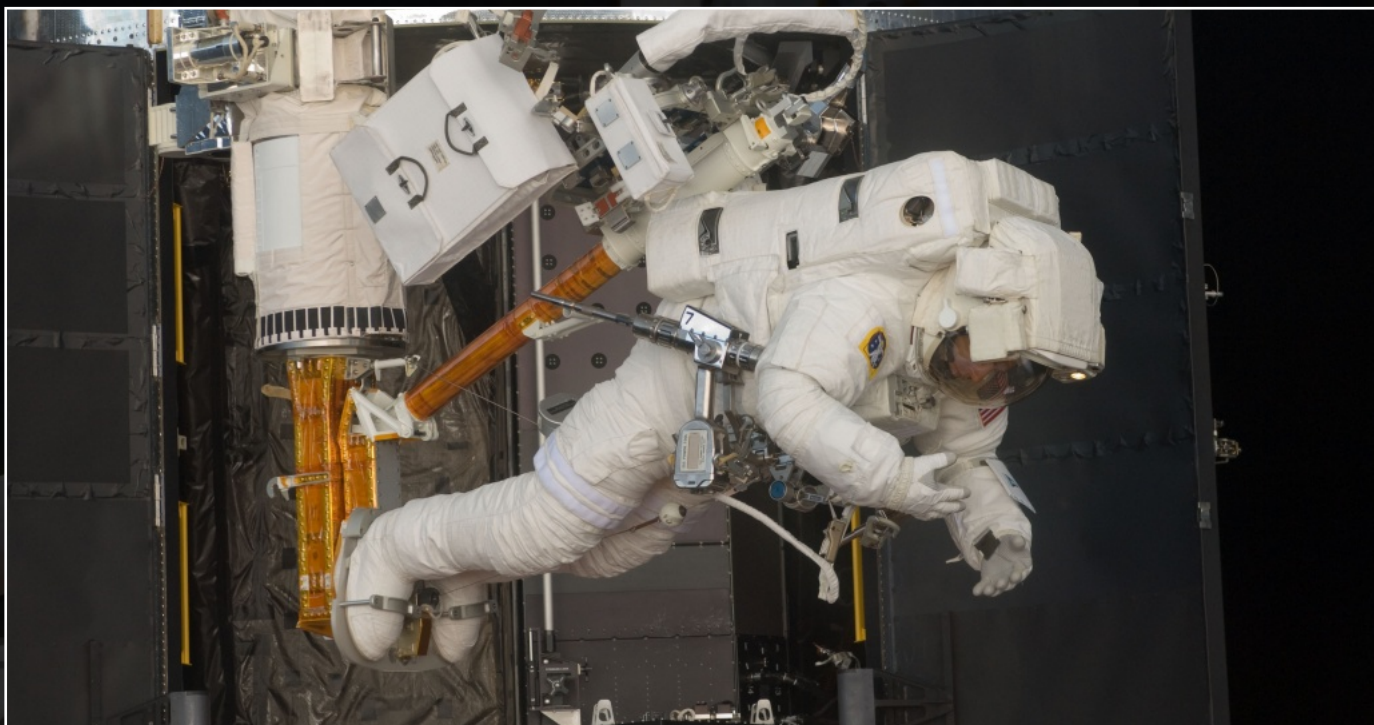
jednostkę na uchwycie przygotowanym wcześniej przez Grunsfelda. Potem oboje udali się w pobliże nosiciela jednostek wymiennalnych na orbicie (Orbital Replacement Unit Carrier - ORUC) w ładowni. Tam przystąpili do otwierania pokrywy pojemnika ochronnego dla instrumentu współosiowego (Axial Scientific Instrument Protective Enclosure - ASIPE), w którym umieszczony był nowy spektrograf COS. W celu wydobywania instrumentu uwolnili zaczep, zamki i zatrzaski. Następnie Feustel wydobyl instrument COS z ASIPE. Miał on masę 386 kilogramów. Razem z nim został przemieszczony za pomocą ramienia wahadłowca w pobliże teleskopu. Tam wsunął COS na miejsce zwolnione przez COSTAR. Zamknął tam dwa zatrzaski fizycznie łącząc instrument z HST. Dołączył do niego Grunsfeld. Podłączył on cztery wtyczki i zamknął uchwyt. Montaż COS nie nastręczył żadnych problemów. Po zakończeniu pracy przy instalacji COS astronauta przystąpili do pakowania zdemontowanego pakietu COSTAR. W tym celu pracowali w ładowni. Przenieśli COSTAR z tymczasowego zaczepu





Andrew Feustel przenosi zbędny już moduł COSTAR, który korygował wadę optyczną zwierciadła głównego (S125-E-008116)

do pojemnika ASIPE zwolnionego przez COS. Zabezpieczyli go za pomocą zatrzasków i mocowań, a następnie zamknęli pokrywę ASIPE. Prace trwały do tej pory tylko 2.5 godziny. Próba zasilania instrumentu COS zakończyła się powodzeniem. Kolejnym zadaniem spaceru była naprawa kamery ACS. Plan EVA 3 zakładał wykonanie tylko połowy naprawy w przypadku



Feustel na końcu ramienia SRMS w trakcie trwania EVA-3 (S125-E-008126)





Andrew Feustel przesuwa się na pozycję umożliwiającą rozpoczęcie wypakowywania spektrografu COS (S125-E-008131)

napotkania problemów. Dalsza część mogła zostać wykonana podczas EVA 5 w przypadku całkowitego niepowodzenia naprawy STIS podczas EVA 4 (w przypadku szans na naprawę STIS pomimo poważnych problemów w trakcie EVA 4 dalsza część jego naprawy mogłaby zostać prowadzona podczas EVA 5). Kamera nie była przystosowana do serwisowania



Zdjęcie Ziemi wykonane podczas misji STS-125, widoczne Bahamy, Floryda i Kuba, w oddali półwysep Jukatan (S125-E-007951)



i spodziewano się tu licznych utrudnień. Podczas naprawy instrumentu astronauci ponownie pracowali w obrębie sekcji instrumentów naukowego teleskopu. Grunsfeld miał stopy zaczepione na obejmie przymocowanej do teleskopu, a Feunstel znajdował się na końcu ramienia. Na początku naprawy Grunsfeld zamontował cztery przewodnice służące do mocowania narzędzi w dalszej części naprawy. Feustel pomagał podczas tej czynności. Następnie oboje przystąpili do przecinania siatki zasłaniającej pokrywę jednostki elektroniki CCD kanału WFC (CCD Electronics Box - CEB), w której znajdowały się uszkodzone karty elektroniki. ACS posiada 2 jednostki CEB - dla kanału wysokiej rozdzielczości (High Resolution Channel - HRC) i kanału szerokokątnego (Wide Field Channel - WFC). Siatka chroniła CEB przed zakłóceniami elektromagnetycznymi. W celu jej przecięcia Grunsfeld posługiwał się odpowiednim przecinakem (Grid Cutter). Po zamocowaniu 12 śrub narzędzie to spowodowało mechaniczne przecięcie 12 drutów siatki. Narzędzie to również utrzymywało siatkę,



John Grunsfeld pracuje przy ACS  
(S125-E-007969)



Megan McArthur wygląda przez okno w tylej części górnego pokładu wahadłowca Atlantis  
(S125-E-007993)





Specjalista misji Michael 'Bueno' Good wygląda przez okno wahadłowca, podczas prac wyznaczonych na EVA-3 (S125-E-007995)



John Grunsfeld przy teleskopie Hubble'a (S125-E-008246)



Andrew Feustel blokuje drzwi teleskopu (S125-E-008007)

dzięki czemu astronauta nie musieli dotykać jej ostrych krawędzi, co mogłoby uszkodzić rękawice. Następnie siatka została usunięta. Odsłoniło to pokrywę jednostki elektronicznej (CEB Cover). Kolejnym punktem naprawy był demontaż tej płyty. W tym celu Grunsfeld najpierw poluzował 32 śruby. Następnie zamontował na niej płytę chwytającą śruby (Fanster Capture Plate - FCP). Znajdowały się w niej otwory pozwalające na wykręcenie śrub. Płyta ta pozwalała na wychwycenie odkręconych śrub i ich usunięcie razem z całą pokrywą CEB. Po zdjęciu pokrywy CEB wraz z FCP astronauta uzyskali dostęp do uszkodzonych kart elektronicznych we wnętrzu CEB. W celu usunięcia wadliwych kart astronauta użyli odpowiedniego narzędzia (Wishbone). Feustel przekazał je Grunsfeldowi. Grunsfeld następnie przystąpił do usuwania 4 wadliwych kart. W tym celu odkręcał 2 śruby, zaciskał rygle wymienionego narzędzia na karcie i powoli ją wysuwał. Usunięcie kart sprawiło tylko niewielkie trudności i przebiegło bardzo sprawnie. Grunsfeld umieszczał każdą kartę w ochronnym pojemniku i przekazywał ją





Andrew Feustel (po lewej) i John Grunsfeld pod koniec trzeciego spaceru kosmicznego  
(S125-E-008276)

Feustelowi. On także podawał i odbierał używane przez Grunsfelda narzędzia. Dotychczasowe zadania przebiegły bardzo sprawnie i można było kontynuować proces naprawy ACS. Grunsfeld na miejsce usuniętych kart wsunął zamiennik jednostki elektroniki CCD (CCD Electronics Box Replacement - CEB-R). Składał się on z 4 płyt elektroniki połączonych w jedną jednostkę. CEB-R zastąpił funkcje oryginalnego CEB. Po wymianie możliwe było dostarczenie zasilania do CEB HRC, co w konsekwencji przywróciłoby sprawność kanału HRC. Nie było jednak na to gwarancji, ponieważ stan systemu elektrycznego HRC był słabo znany. Następnie na zewnątrz obudowy ACS zainstalowany został zamiennik systemu zasilającego niskiego napięcia (Low Voltage Power Supply Replacement - LVPS-R), który pozwalał na dostarczenie zasilania do CEB-R. System ten składał się z dwóch redundancyjnych zasilaczy zasilających CEB-R. Posiada on też dwa dodatkowe zasilacze (jeden zapasowy), zasilające jednostkę CEB HRC. Główne przyłącze mocy dla ACS zostało połączone z rozdzielaczem



John Grunsfeld, EVA-3  
(S125-E-008284)



Andrew Feustel na końcu ramienia SRMS  
(S125-E-007854)





Andrew Feustel na końcu ramienia SRMS przemieszcza się na miejsce, gdzie będzie mógł zejść z PFR (S125-E-007858)

mocy HST kierującym zasilanie do LVPS-R za pomocą elementu przejmującego energię (Power Intercept Element - PIE). LVPS-R został połączony z CEB-R za pomocą elementu wyjścia energii (Power Output Element - POE). System ten pozwolił na zasilanie CEB-R z LVPS-R, oraz transmisję danych między nimi. Był to już koniec naprawy. Przebiegła ona niezwykle sprawnie



John Grunsfeld zaczepla hak linki zabezpieczającej podczas gdy EVA-3 zbliża się do końca (S125-E-007862)





John Grunsfeld przy końcówce ramienia SRMS  
(S125-E-007866)

i praktycznie bezproblemowo. Po naprawie ACS astronauci poskładali narzędzia i zamknęli wrota -V3 sekcji instrumentów HST. Następnie rozpoczęli powrót do służby. W tym czasie kamera ASC przeszła testy zasilania. Astronauci powrócili do służby wahadłowca kończąc spacer kosmiczny o godzinie 20:11 UTC. Spacer kosmiczny EVA 3 trwał 6 godzin i 36 minut, czyli tylko 6 minut dłużej niż planowano. Łączny czas EVA misji STS-125 wynosił teraz 21 godzin i 52 minuty. Całkowity czas 21 spacerów kosmicznych w historii HST wynosił 151 godzin i 2 minuty. Całkowity czas spacerów Grunsfelda wynosił 51 godzin i 28 minut, dzięki czemu na liście astronautów z najdłuższym sumarycznym czasem EVA przesunął się na 4 miejsce. Spacer ten był też 80 w historii lotów wahadłowców. EVA 3 zakończyła się pełnym sukcesem i w przeciwieństwie do dwóch poprzednich przebiegał praktycznie bezproblemowo. Pod koniec dnia załoga tradycyjnie przygotowywała narzędzia do EVA 4 i przejrzała procedury z nim związane. W nocy wykonane zostały testy funkcjonalności ACS. Kanał WFC pracował



John Grunsfeld (po lewej) oraz Andrew Feustel w środkowym przedziale wahadłowca po zakończeniu EVA-3  
(S125-E-008027)





Od lewej: John Grunsfeld, Megan McArthur i Andrew Feustel; zdjęcie wykonane po zakończeniu trzeciego EVA (S125-E-008032)

prawidłowo. Do kanału HRC nie udało się jednak doprowadzić zasilania. Było jednak za wcześnie, aby mówić o niepowodzeniu jego naprawy. Do wysłania został jeszcze szereg komend.



Gregory C. Johnson fotografuje teleskop wykorzystując do tego górne okno w tylnym przedziale wahadłowca (S125-E-008039)



## FLIGHT DAY 7 EVA-4

Szódmego dnia misji, 17 maja wykonany został czwarty spacer kosmiczny, czyli EVA 4. Do jego zadań zaliczała się naprawa spektrometru STIS oraz instalacja jednego arkusza nowej izolacji termicznej (New Outer Blanket Layer - NOBL), oznaczonego jako NOBL 8 od numeru przedziału wyposażenia na której miał być instalowany. STIS, podobnie jak ACS nie był przystosowany do serwisowania na orbicie i spodziewano się wielu problemów. Jednak procedura naprawy była uważana za prostszą i lepiej przygotowaną od naprawy ACS. Szanse jej powodzenia były oceniane na 80% (szanse na powodzenie naprawy ACS szacowano jedynie na 50%). Astronauci Mike Massimino i Mike Good opuścili służę wahadłowca o godzinie 13:45 UTC. Po opuszczeniu śluzy astronauci pobrali narzędzia zgromadzone w pojemnikach w ładowni, w tym płytę chwytającą śruby podczas naprawy STIS (Fastener Capture Plate - FCP) niezbędną do



Scott Altman na górnym pokładzie wahadłowca  
(S125-E-009349)



Mike Massimino spogląda przez górną część EMU  
(S125-E-009376)



Michael Good zagląda przez otwór w EMU  
(S125-E-009377)





Mike Massimino we włazie prowadzącym do służby  
(S125-E-009381)



Massimino w skafandrze EMU  
(S125-E-009398)

naprawy STIS. Była ona umieszczona na nosicielu ORUC. Mike Good zaczepił nogi na platformie na końcu ramienia RMS, natomiast Mike Massimino po otwarciu drzwi sekcji instrumentów naukowych HST, zainstalował obejmę na stopy w obrębie teleskopu. Musiał w tym celu przesunąć kable instrumentu NICMOS. Następne prace wykonywał już z użyciem obejm.



Michael Good ubiera skafander EMU, pomagają mu: Gregory C. Johnson, Scott Altman i John Grunsfeld  
(S125-E-009402)





Andrew Feustel pomaga Good'owi i Massimino ubrać kombinezony EMU przed rozpoczęciem EVA-4 (S125-E-009418)



Michael 'Bueno' Good w służbie wahadłowca Atlantis (S125-E-009420)



'Bueno' otwiera drzwi prowadzące do instrumentów (S125-E-008608)

W celu wymiany uszkodzonego systemu zasilającego niskiego napięcia numer 2 (Low Voltage Power Supply 2 - LVPS-2) mającego postać pojedynczej płyty elektroniki w obrębie głównej jednostki elektroniki numer 1 (Main Electronic Box 1 - MEB1) zdemonstrowana musiała zostać pokrywa MEB (MEB Cover). Przedtem jednak musiała zostać usunięta klamra w górnym prawym rogu pokrywy MEB1 oraz poręcz. Bez ich usunięcia w przestrzeni roboczej byłoby zbyt mało miejsca do instalacji FCP. Głównie prace wykonywał Massimino, Good zajmował się podawaniem i odbieraniem narzędzi. Klamra została usunięta za pomocą narzędzia CRT





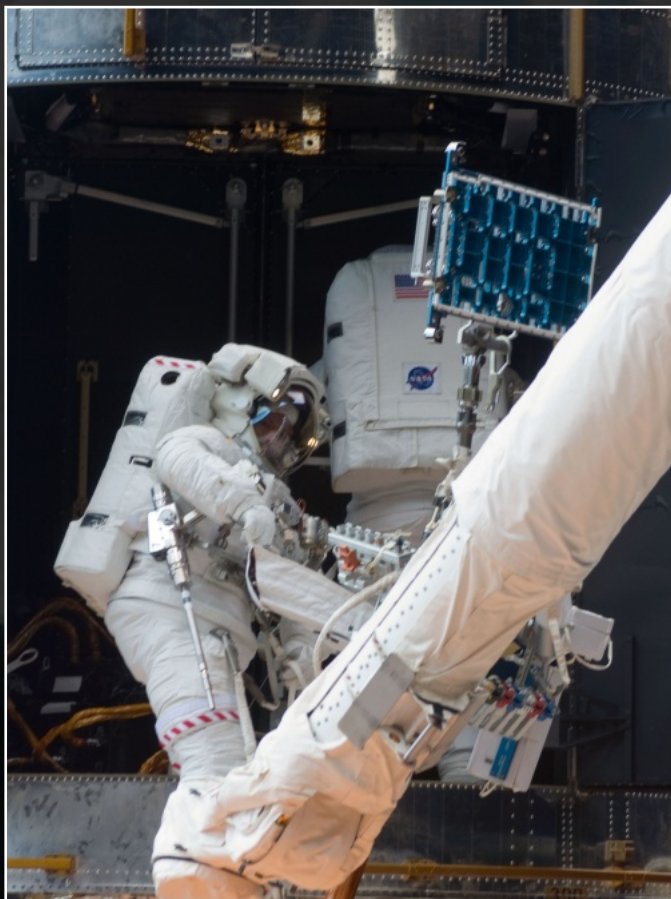
Półwysep Floryda widoczny poniżej Kosmicznego Teleskopu Hubble'a, po prawej widoczny fragment SRMS (S125-E-008618)



Andrew Feustel asystuje podczas EVA-4 (S125-E-009514)

(Clamp Removal Tool). W celu usunięcia poręczy zastosowane zostało inne narzędzie, specjalnie zaprojektowane do tego celu - HRT (Handrail Removal Tool). Bez problemu udało się usunąć trzy z czterech śrub mocujących poręcz. Podczas demontażu poręczy Massimino napotkał jednak duże problemy z usunięciem ostatniej ze śrub. Nie udawało się jej pochwycić narzędziem używanym do okręcania. Jej głowica została starta co utworzyło nierówną powierzchnię, ale nadal nie udawało się jej pochwycić i odkręcić. Massimino udał się więc do ładowni, gdzie pobrał inne narzędzie elektryczne i inne końcówki. Niestety nadal nie udawało się odkręcić śruby. Z tego powodu kontrola misji zdecydowała o wprowadzeniu w życie planu B, polegającego na okręceniu innego zestawu śrub mocujących całą poręcz (pierwotnie miała być usunięta tylko szyna poręczy, a mocowania całej poręczy miały zostać pozostawione na miejscu). Astronauci zabrali z ładowni kolejne narzędzia. Spacer trwał już 2,5 godziny, a astronautom nadal nie udawało się zdemontować poręczy. Kolejnym planem awaryjnym zaleconym przez kontrolę misji



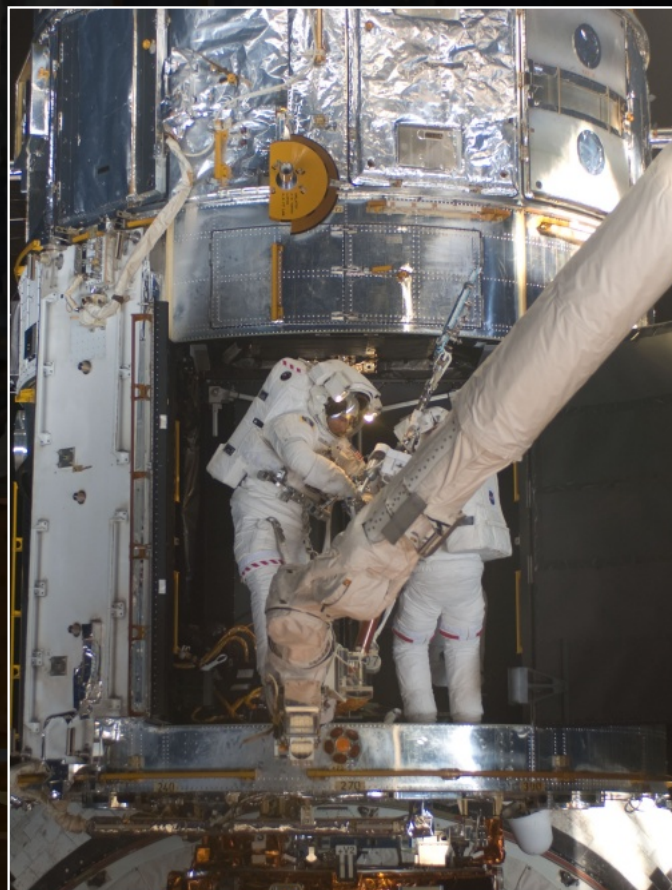


Massimino pracuje wewnątrz teleskopu, Good asystuje (S125-E-008633)

było siłowe wyrwanie poręczy polegające na złamaniu śruby. Na Ziemi w GSFC wykonane zostały testy na modelu, które pokazały, że wyrwanie poręczy jest możliwe. Aby podczas jej wytrwania do wnętrza teleskopu nie dostały się opiłki metalu Massimino zakleił otwory po wykręconych śrubach taśmą z kaptonu. Następnie wyrwał poręcz, co pozwoliło na przejście do normalnego planu naprawy STIS. W ładowni astronauci zabezpieczyli zdemontowaną poręcz w pojemniku ochronnym i pobrali narzędzia potrzebne podczas dalszej procedury naprawy STIS. Na pokrywie MEB1 zainstalowali płytę FCP. Była to płyta z pleksiglasu z otworami umożliwiającymi umieszczenie w nich śrubokrętu i odkręcenie aż 111 śrub mocujących pokrywę MEB1. Po ich odkręceniu cała płyta FCP mogła zostać usunięta razem z pokrywą MEB1 i odkręconymi śrubami. Dzięki temu nie istniało zagrożenie pogubienia śrub i zanieczyszczenia wnętrza teleskopu opiłkami metalu. Jednak najpierw Massimino musiał zamontować na pokrywie MEB1 prowadnice. W tym celu usunął cztery śruby.



'Bueno' wymienia potrzebne narzędzia (S125-E-008643)



Good i Massimino usuwają zbędną poręcz (S125-E-008656)



Musiał przy tym uważać, aby ich nie pogubić. W tym celu stosował końcówkę śrubokręta z cylindryczną tuleją pozwalającą na utrzymanie śruby na miejscu. Zwolniło to przestrzeń potrzebną do instalacji przewodnic i pozwoliło na nałożenie FCP. Massimino napotkał drobne problemy podczas montażu FCP, ale zostały one szybko rozwiązane. W celu odkręcenia pozostałych 107 śrub Massimino zastosował następnie specjalnie do tego celu zaprojektowany śrubokręt elektryczny - MPT (Mini-Power Tool). Narzędzie to jednak szybko przestało działać, co zmusiło Massimino do udania się do służby po zapasowy egzemplarz. Tam uzupełni również zapas powietrza. Dzięki temu długość spaceru kosmicznego była ograniczona do 9 godzin, ponieważ tyle mogły pracować baterie w skafandrach EMU. Następnie Massimino wrócił do pracy przy teleskopie i powoli odkręcał kolejne śruby. Po odkręceniu pierwszego zestawu (39 sztuk) zmienił końcówkę narzędzia na inny rozmiar i odkręcił drugi zestaw śrub, składający się z 56 sztuk. Spacer kosmiczny w tej chwili trwał już pięć godzin. Massimino zdjął pokrywę MEB1 wraz



Michael Good na ramieniu SRMS  
(S125-E-008663)



Zdjęcie Florydy przedstawiające obszar zajmowany przez Centrum Kosmiczne imienia Kennedy'ego  
(S125-E-008719)





Mike Massimino wymienia narzędzia potrzebne do usunięcia śruby blokującej poręcz, EVA-4 (S125-E-008728)

z FCP, a Good przeciął kilka drutów połączonych z pokrywą. Mike Good następnie przejął pokrywę od Massimino. Potem oboje zabezpieczyli ją na nosicielu ORUC w ładowni. Dzięki temu MEB1 był już gotowy do naprawy. Po powrocie do teleskopu Massimino przystąpił do usuwania uszkodzonego systemu LVPS-2. Zastosował tu kolejne narzędzie specjalnie przygotowane do tego zadania – CE/IT (Card Extraction/Insertion Tool). Spacer kosmiczny trwał już 6 godzin. LVPS-2 został bez problemów zdemontowany i Good zabezpieczył go w pojemniku ochronnym. Następnie na jego miejsce Massimino wsunął zamiennik systemu



Michael 'Bueno' Good wisi nad ładownią promu kosmicznego na końcówce ramienia SRMS (S125-E-009542)





Michael Good i Mike Massimino (z tyłu) podczas wymiany karty obwodów zasilania z LVPS-2 na LVPS-2R (S125-E-008779)



Scott Altman obserwuje wymianę kart zasilania (S125-E-009174)



Megan McArthur fotografuje pracujących astronautów (S125-E-009184)

zasilającego niskiego napięcia numer 2 (Low Voltage Power Supply 2 Replacement - LVPS-2R). Posłużył się w tym celu narzędziem CE/IT. Zakończyło to zasadniczy etap naprawy STIS. Astronaucci przystąpili wtedy do zamknięcia MEB 1. Aby nie przykręcać ponownie 111 śrub zastosowali uproszczoną wersję panelu zamykającego (MEB Cover-R). Jej zainstalowanie wymagało jedynie zatrzaśnięcia dwóch zatrasków. Nie nastręczyło to trudności. Kontrola misji HST przystąpiła wtedy do testu zasilania STIS. Z powodu znacznego przedłużenia spaceru kontrola misji zdecydowała o usunięciu z planu EVA 4 instalacji arkusza NOBL-8. Zadanie to zostało przeniesione na spacer EVA 5 planowany na następny dzień. Massimino spakował narzędzia w ładowni. Mike Good zamknął natomiast wrota +2V. W międzyczasie testy zasilania STIS zakończyły się powodzeniem. Potem oboje zajmowali się jeszcze liczeniem narzędzi. Następnie wrócili do służby powietrznej kończąc spacer o godzinie 21:47 UTC. EVA 4 trwało 8 godzin i 2 minuty. Był to tym samym szósty spacer kosmiczny w historii pod





John Grunsfeld i Megan McArthur na górnym pokładzie wahadłowca podczas trwania EVA-4 (S125-E-009188)

względem długości. Łączy czas spacerów kosmicznych misji STS-125 wynosił już zatem 29 godzin i 54 minuty. Wszystkie 22 spacer kosmiczne w historii serwisowania Teleskopu Hubble'a trwały natomiast łącznie 159 godzin i 4 minuty. EVA 4 zakończyło się powodzeniem. Mimo trudności astronauci pomyślnie dokonali naprawy spektrometru STIS. Testy zasilania instrumentu po naprawie przebiegły pomyślnie, testy jego funkcjonalności zostały przerwane przez zaburzenie warunków termicznych we wnętrzu sekcji instrumentów naukowych, ale oceniano, że STIS znajduje się w dobrym stanie. Była to pierwsza naprawa dokonana na orbicie polegająca na wymianie pojedynczej karty elektroniki. Dzięki niej STIS po trzech latach został przywrócony do sprawnego stanu, a był do drugiego po ACS najczęściej wykorzystywany instrument HST i przed awarią był używany przez 30% czasu obserwacyjnego teleskopu. Dane z niego pozwalały na uzupełnienie wyników z nowego instrumentu COS. Jedynym nie wykonanym zadaniem spaceru EVA 4 była instalacja arkusza NOBL-8, ale nie było to jednak pilne



Michael Good przygotowuje kończy prace przy HST (S125-E-009194)





'Bueno' na końcu ramienia SRMS, EVA-4  
(S125-E-009213)



Massimino zagląda przez okno wahadłowca  
(S125-E-009221)

zadanie. Nie było też bardzo czasochłonne i skomplikowane, więc mogło zostać swobodnie zrealizowane podczas ostatniego spaceru kosmicznego misji. Pomyślna naprawa STIS podczas jednego spaceru oznaczała, że podczas EVA 5 można było jeszcze wymienić sensor FGS. Gdyby naprawa STIS musiała zostać podzielona na dwa spaceru, zadanie to zostałoby



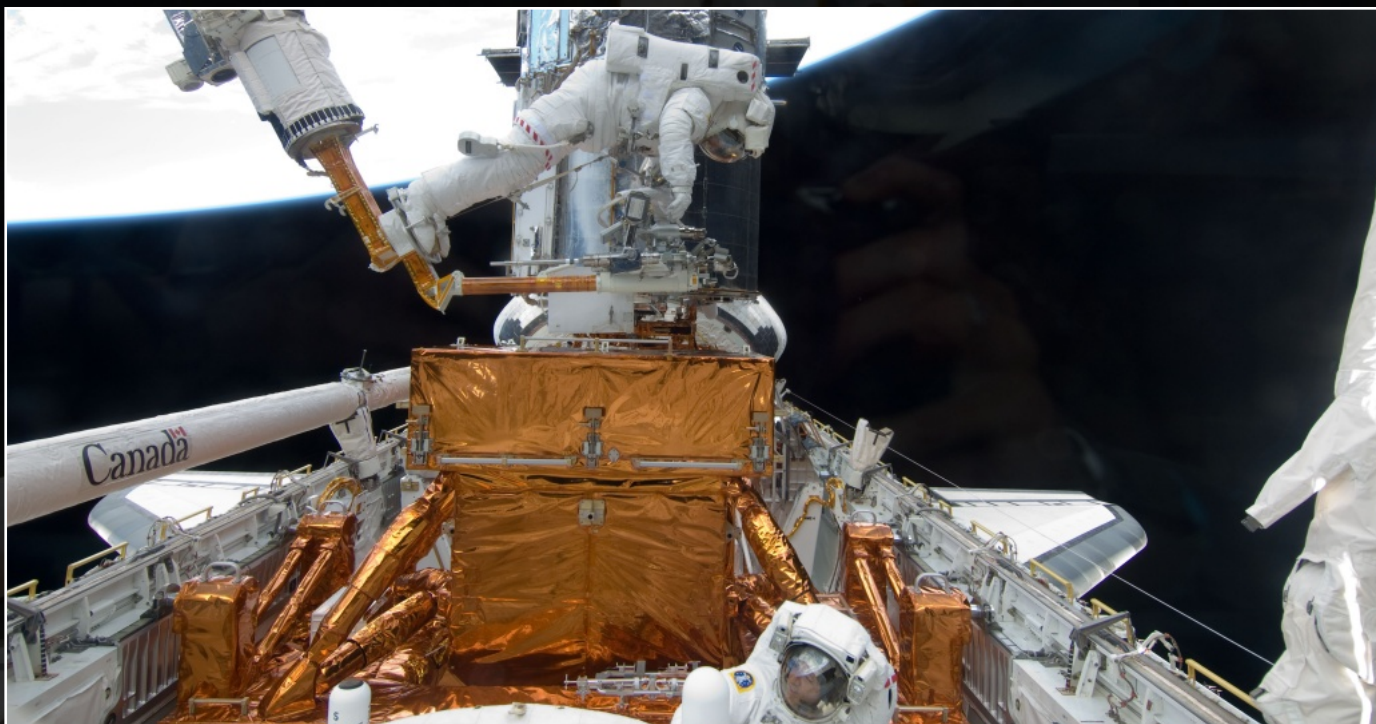
Mike Massimino pozuje do zdjęcia razem z Megan McArthur pod koniec czwartego spaceru kosmicznego  
(S125-E-009226)





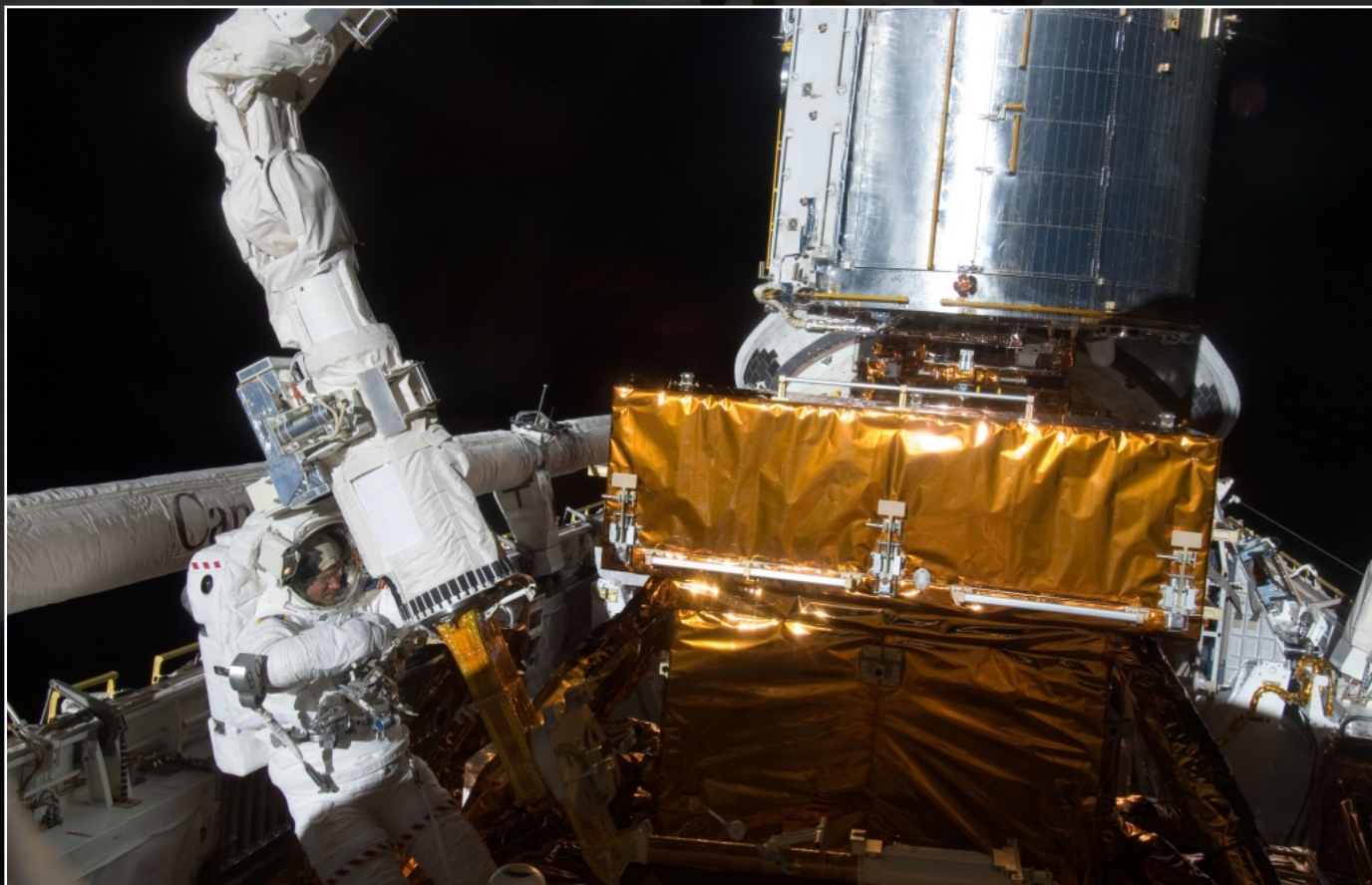
Mike Massimino i Michael Good (w tle) po zamknięciu drzwi przedziału instrumentów, mieszczącego STIS (S125-E-009232)

anulowane. Pod koniec dnia załoga zajmowała się przygotowaniami narzędzi oraz przeglądem procedur związanych z ostatnim spacerem kosmicznym. Tymczasem w GSFC kontynuowane były testy naprawionej kamery ACS. Kanału HRC nie udało się niestety uruchomić. Możliwe, że w jego jednostce CEB wystąpiły zwarcia lub inne uszkodzenia. Kanał WFC został jednak



Michael 'Bueno' Good i Mike Massimino chowają narzędzia na wyznaczone miejsce w ładowni promu Atlantis (S125-E-009243)





Michael Good kończy zabezpieczanie ramienia tuż przed zakończeniem EVA-4  
(S125-E-009252)



Mike Massimino (po lewej) oraz Michael 'Bueno' Good po w kombinezonach chłodzących po zakończeniu EVA-4  
(S125-E-009260)

z powodzeniem włączony. Oznaczało to pełny sukces naprawy ACS, który nie wymagał uruchomienia kanału HRC. 95% obserwacji za pomocą ACS była wykonywana z zastosowaniem kanału WFC.



## FLIGHT DAY 8 EVA-5

Ósmego dnia lotu, 18 maja został wykonany ostatni spacer kosmiczny misji STS-125 - EVA 5. Do jego zadań zaliczało się: wymiana modułu baterii w zatoce wyposażenia numer 3; wymiana sensora kierunkowego FGS-2; oraz instalacja arkuszy izolacji termicznej NOBL.



Gregory C. Johnson wymienia pochłaniacze  $\text{CO}_2$  zawierające wodorotlenek litu ( $\text{LiOH}$ ) na dolnym pokładzie promu (S125-E-009749)



Andrew Feustel na środkowym pokładzie wahadłowca (S125-E-009760)



Sensor FGS-2 został wymieniony na unowocześniony egzemplarz oznaczony jako FGS-2R (FGS-2 Replacement). Wcześniej FGS-2 był wymieniany podczas misji serwisowej 3A (lot STS-103 wahadłowca Discovery z 1999r), a FGS-2R jest egzemplarzem odzyskanym w trakcie tego samego lotu, który został następnie wyremontowany i poddany modyfikacjom. Do instalacji podczas EVA 5 przewidziano pierwotnie jeden arkusz izolacji - NOBL-5. Później do tego spaceru wprowadzona została instalacja również drugiego arkusza (NOBL-8), nie zamontowanego podczas EVA 4. Montaż dodatkowej, trzeciej sztuki izolacji (NOBL-7) był zadaniem niskiego priorytetu, które mogło zostać wykonane w przypadku dostatecznej ilości czasu podczas spaceru. Astronauci John Grunsfeld i Drew Feustel opuścili służbę wahadłowca o godzinie 12:20 czasu uniwersalnego. Następnie Grunsfeld zaczepił nogi na obejmie PFR na końcu ramienia RMS i został za jego pomocą przemieszczony w okolice zatoki wyposażenia numer 3 teleskopu, zawierającą drugi moduł baterii. Tam otworzył pokrywę

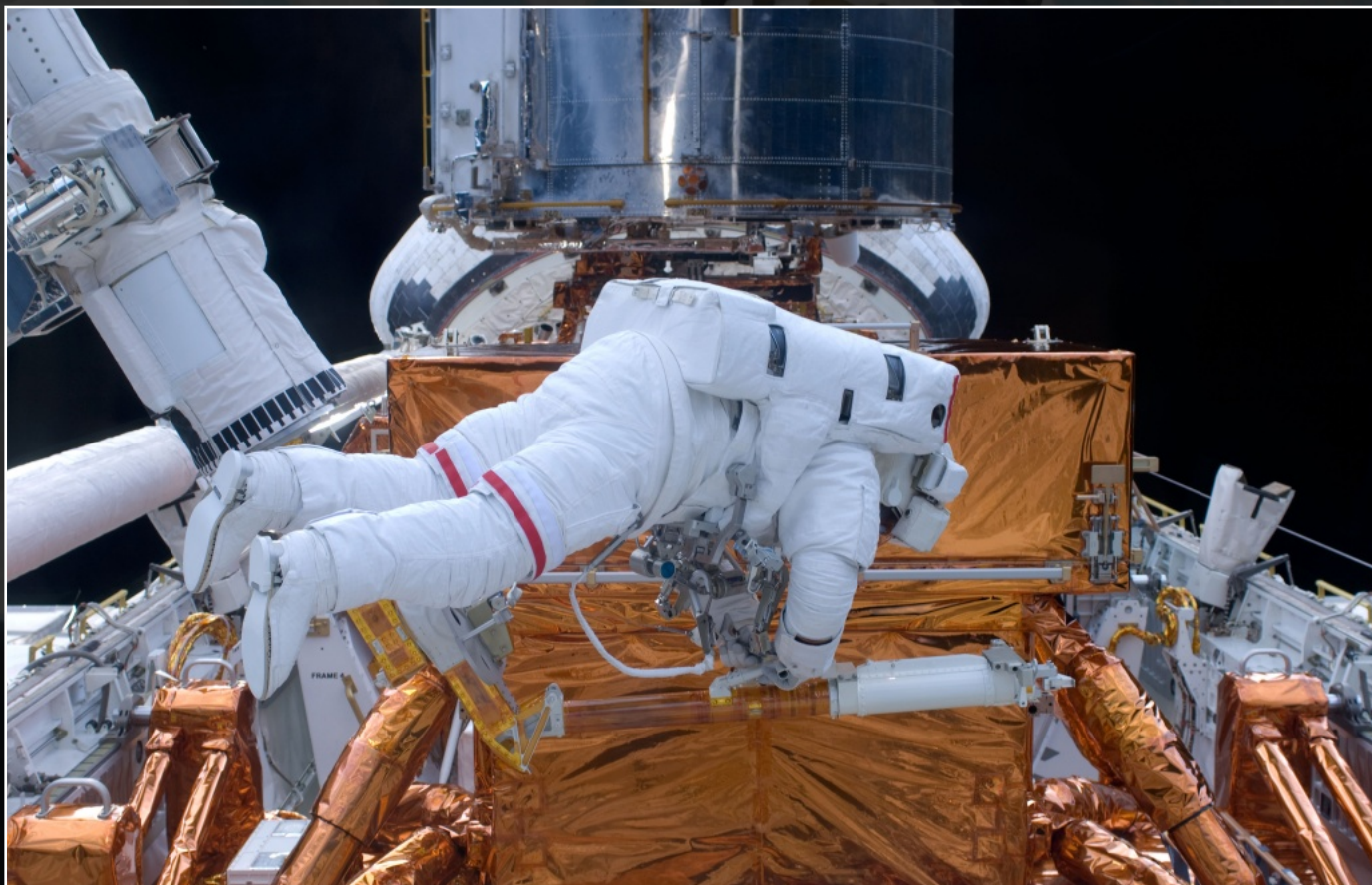


John Grunsfeld w skafandrze EMU przed EVA-5  
(S125-E-009826)

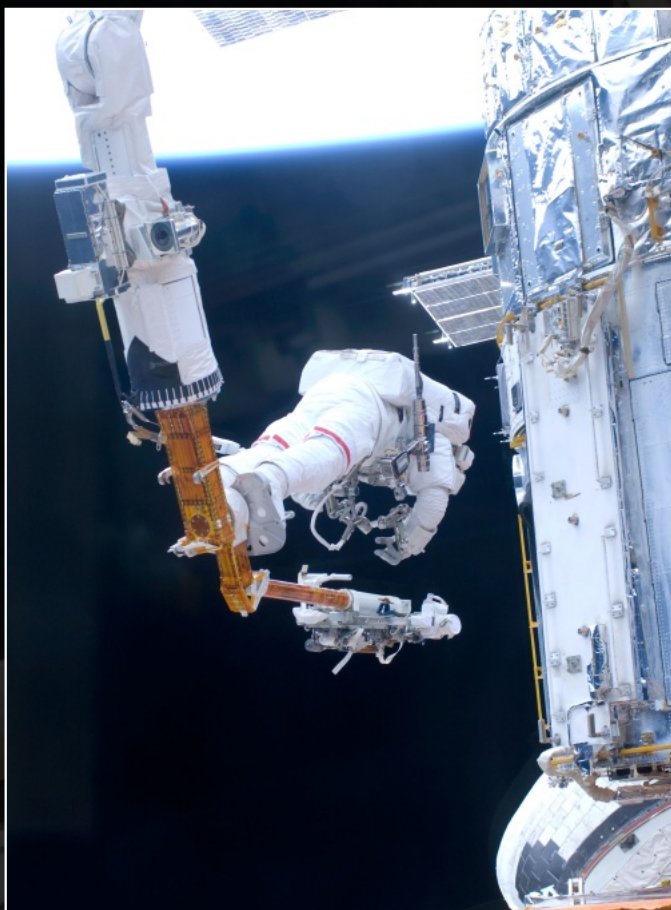


John Grunsfeld (po lewej) i Andrew Feustel w kombinezonach EMU, pomiędzy nimi Michael 'Bueno' Good  
(S125-E-009843)





John Grunsfeld chwyta się końcówki ramienia SRMS tuż przed zablokowaniem nóg w PFR, początek EVA-5 (S125-E-009591)



Grunsfeld zbliża się do pokrywy baterii (S125-E-009605)

panelu. Feustel w tym czasie pracował w ładowni. Aby pozyskać nowy pakiet baterii umieszczony na nosicielu SLIC odkręcił dwanaście śrub. Grunsfeld zajął się już wtedy demontażem starego pakietu baterii, odłączając sześć wtyczek i odkręcając czternaście śrub. Następnie wysunął ten moduł z zatoki wyposażenia. Za pomocą ramienia RMS został wraz z nim przeniesiony w pobliże nosiciela SLIC, gdzie wraz z Feustelem zainstalował go na właściwym miejscu. W następnej kolejności odebrał nowy pakiet baterii o masie 208 kilogramów (zawierający trzy baterie o masie 56,7 kilogramów każda) i został z nim przeniesiony w pobliże teleskopu. Po wsunięciu nowego modułu do zatoki numer 3, ponownie przykręcił czternaście śrub, a następnie podłączył sześć wtyczek kabli elektrycznych. Feustel kończył zabezpieczanie starego pakietu baterii w ładowni. Kontrola misji HST wkrótce wykonała test zasilania nowych baterii, który zakończył się pełnym sukcesem. Następnie astronauta zamknęli pokrywę zatoki wyposażenia numer 3, co zakończyło wymianę baterii, jedno z najważniejszych



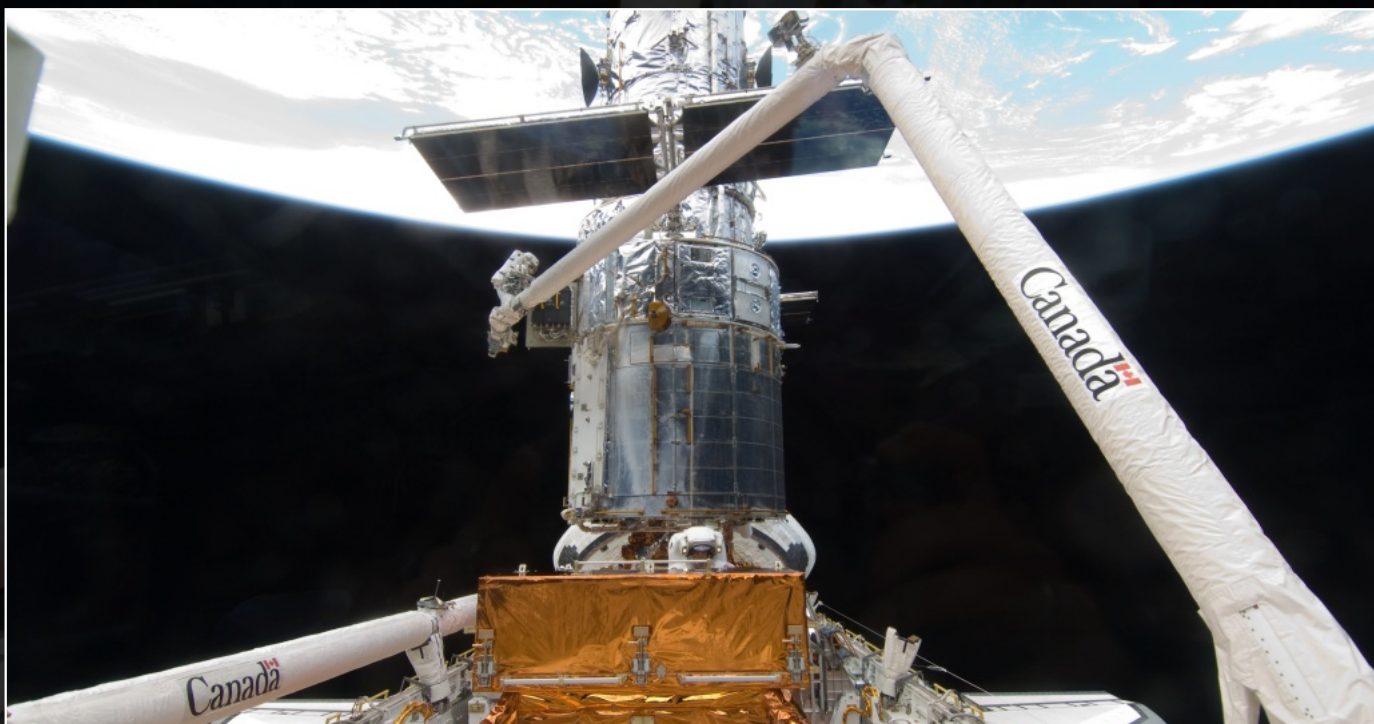


Grunsfeld na ramieniu SRMS  
(S125-E-009607)



Otwieranie pokrywy kryjącej stary zestaw baterii  
(S125-E-009612)

zadań misji STS-125. Spacer kosmiczny trwał do tego momentu dwie godziny. Kolejnym jego zadaniem była wymiana sensora FGS-2. Grunsfeld miał problemy z otwarciem pokrywy komory zawierającej ten instrument, jednak po niezbyt długim czasie i używając nieco siły panel udało się otworzyć. Następnie oboje przystąpili do demontażu starego sensora. W tym celu razem



John Grunsfeld pracuje przy panelu, na którego wewnętrznej stronie zamontowane są trzy stare baterie HST  
(S125-E-009859)





Andrew Feustel pracuje na zewnątrz wahadłowca w swoim skafandrze EMU (Extravehicular Mobility Unit) (S125-E-009877)

odłączyli dziewięć wtyczek, a potem Grunsfeld przystąpił do uwalniania pojedynczego zatrasku. Z początku nie udawało się jednak tego dokonać. Musiał zmienić narzędzie i zastosować trochę siły, ale nie zajęło mu to jednak dużo czasu. Następnie do powierzchni FGS-2 przyłączył uchwyt umożliwiający jego wysunięcie, a potem odłączył kilka kabli. Potem powoli wysunął go po prowadnicach. Cały moduł FGS miał masę 408 kilogramów. Po wymontowaniu starego egzemplarza FGS-2 Grunsfeld został przemieszczony wraz z nim do ładowni. Tam zamocował go na tymczasowym uchwycie umieszczonym blisko boku ładowni. Egzemplarz przeznaczony do instalacji - FGS-2R - znajdował się w pojemniku ochronnym RSIPE (Radial Scientific Instrument Protective Enclosure) na nosicielu ORUC. Feustel pracował już w pobliżu pojemnika RSIPE, więc otworzył jego pokrywę. Następnie dołączył do niego Grunsfeld, nadal znajdujący się na końcu ramienia RMS. Oboje odłączyli, a następnie wyciągnęli FGS-2R z pojemnika RSIPE. Potem Grunsfeld utrzymujący nowy



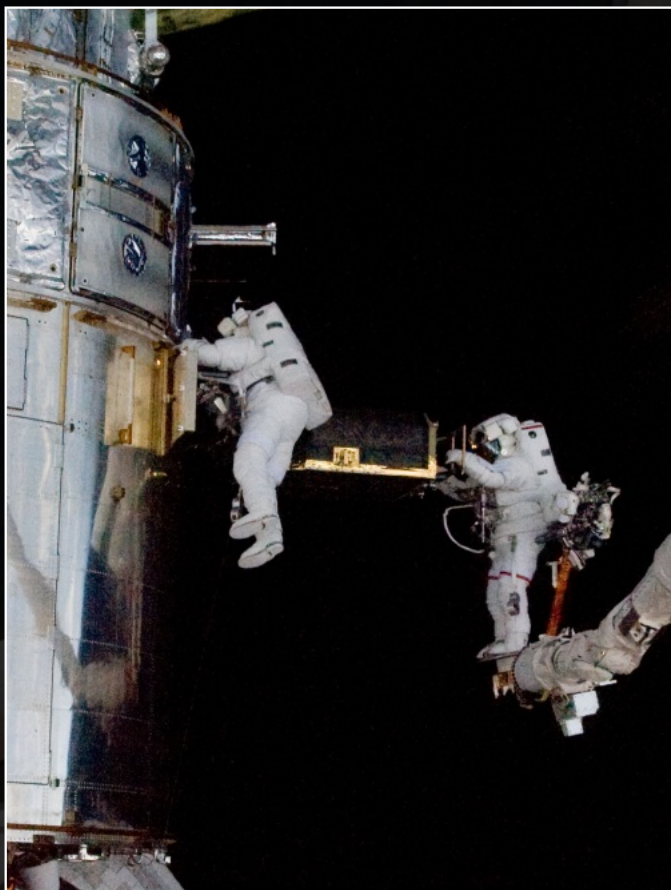
Przygotowania do wymiany FGS-2 (S125-E-009908)





Mike Massimino notuje postęp prac EVA-5  
(S125-E-009916)

instrument został ponownie przemieszczony w pobliże teleskopu. Tam Grunsfeld wsunął FGS-2R na miejsce FGS-2. Przy montażu asystował Feustel. Następnie nowy sensor został przyłączony do teleskopu za pomocą zatrzasku. Po podłączeniu kabli astronauci zamknęli pokrywę komory FGS, co zakończyło jego wymianę. Oznaczało to również pełny sukces misji. W dalszej części spaceru astronauci pracowali w ładowni. Tam przenieśli FGS-2 z tymczasowej lokalizacji do pojemnika RSIPE, gdzie zabezpieczyli go za pomocą odpowiednich mocowań. Następnie zamknęli pokrywę RSIPE kończąc prace związane z sensorami FGS. W tym czasie kontrola misji HST z powodzeniem wykonała test zasilania FGS-2R. Spacer trwał cztery godziny i przebiegał dosyć gładko. Ostatnim zadaniem EVA 5 była instalacja arkuszy nowej izolacji termicznej NOBL. Dzięki sprawnemu wykonaniu wcześniejszych zadań spaceru możliwa była instalacja wszystkich trzech paneli izolacji. Astronauci wydobyli nowe arkusze ze zintegrowanego kontenera NOBL (MULE Integrated NOBL Container - MINC) na nosicielu MULE. Następnie John

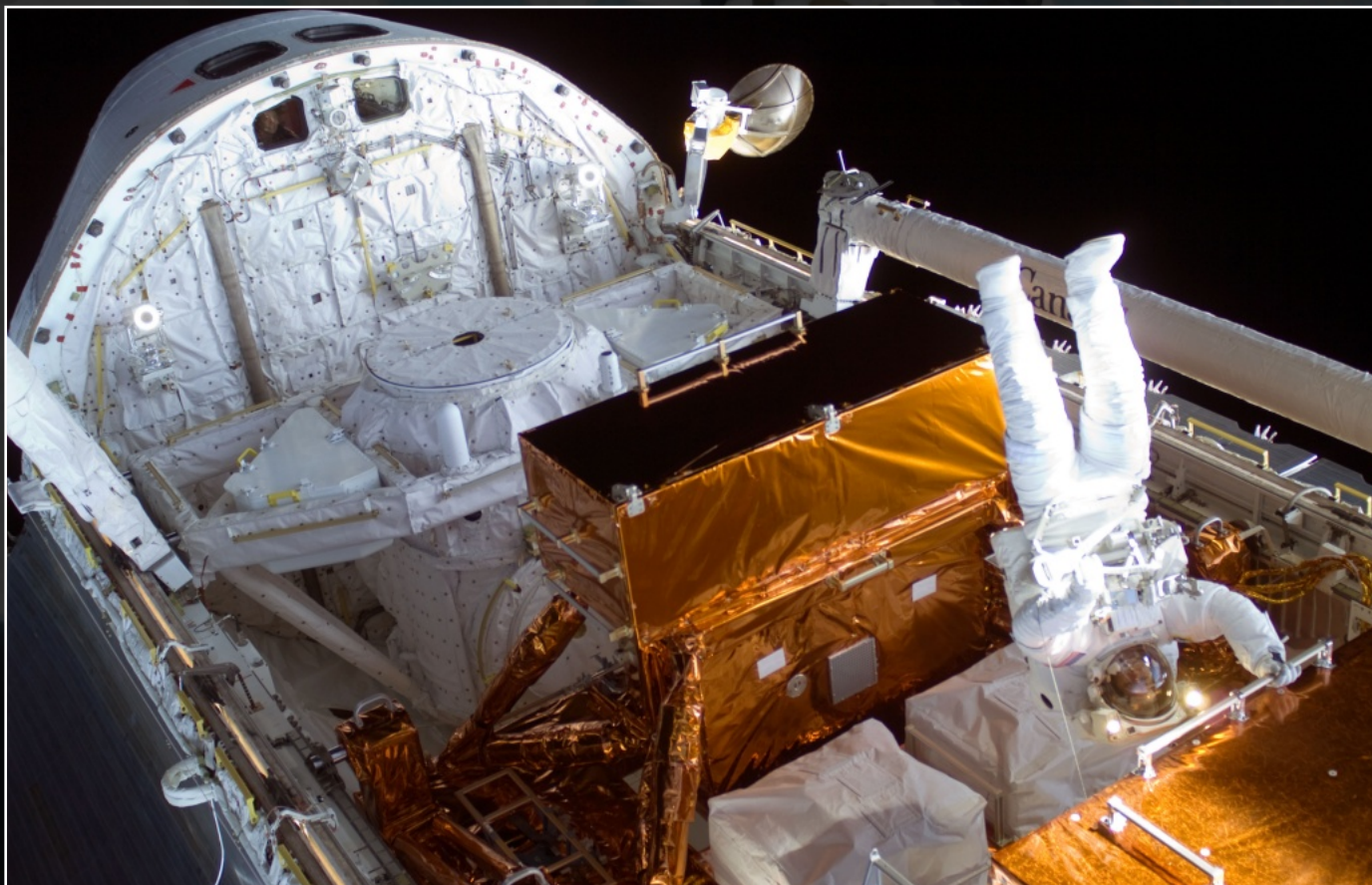


Operacja wyciągnięcia starego FGS-2  
(S125-E-009918)



Gregory C. Johnson podczas ćwiczeń  
(S125-E-009943)

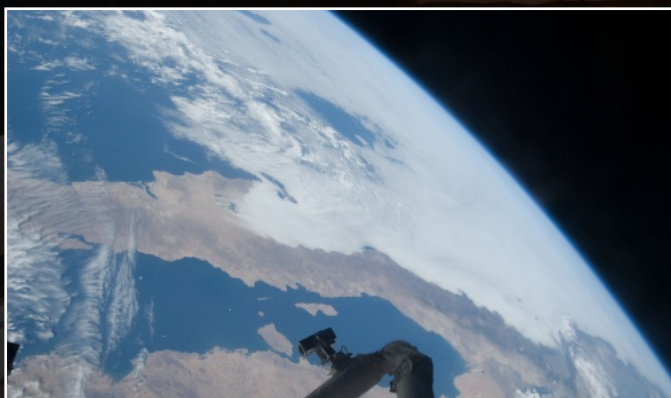




Andrew Feustel przy MULE, w oknie wahadłowca widoczna Megan McArthur, sterująca ramieniem wahadłowca (S125-E-010049)



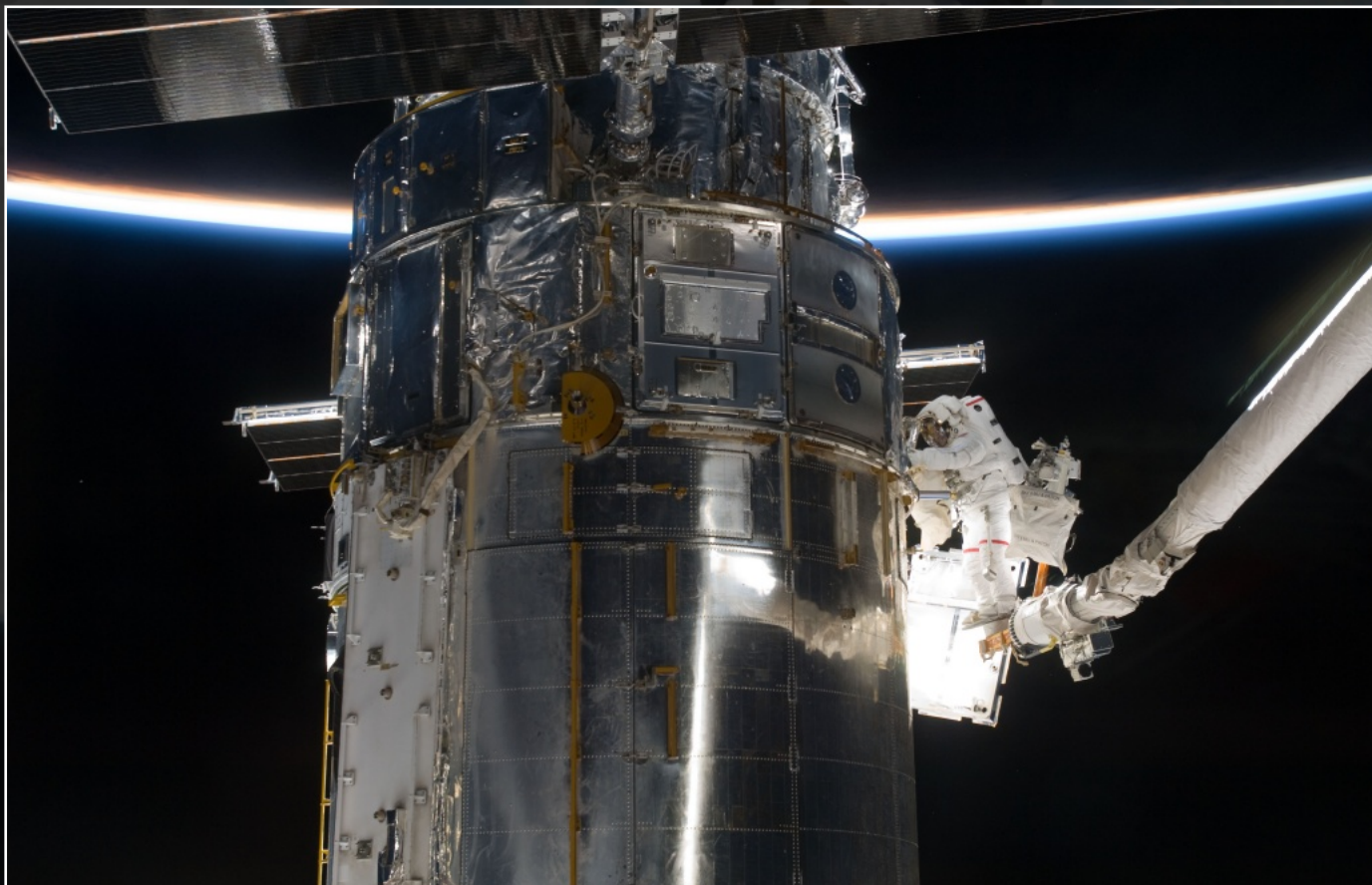
Megan McArthur podczas obsługi SRMS (S125-E-009958)



Zatoka Kalifornijska widoczna z orbity (S125-E-009970)

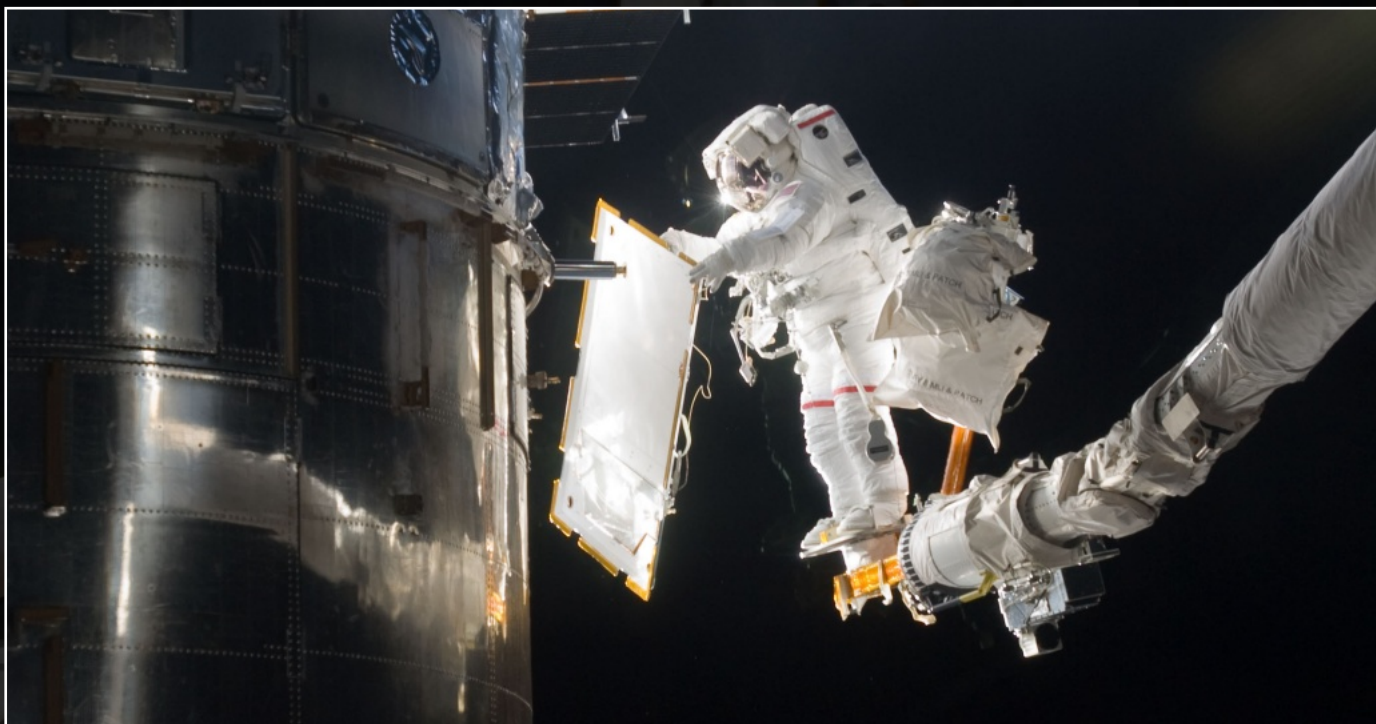
Grunsfeld rozpoczął usuwanie starej izolacji z pokrywy zatoki wyposażenia numer 5, zawierającej systemy komunikacyjne. Instalacja NOBL w zasadzie nie wymagała usunięcia starej izolacji, ale zwiększało to efektywność naprawy. Nie było problemu z brakiem czasu, więc stara izolacja mogła zostać usunięta. W celu usunięcia starej izolacji astronauta zdjęli siedem spinaczy i druty mocujące. Po nałożeniu na oczyszczone miejsce arkusza NOBL-5 został on przymocowany za pomocą czterech zatrzasków i poprzez nacisk, który wywierano dzięki użyciu odpowiedniego wałka, którym naciskano powierzchnię izolacji. Następnie astronauta przystąpili do wymiany izolacji na powierzchni zatoki numer 8, zawierającej komponenty systemu kontroli orientacji przestrzennej oraz układu odpowiadające za funkcjonowanie teleskopu w trybie safe-mode (wywoływanym w razie zarejestrowania problemów). Tu astronauta również usunęli starą izolację, a na jej miejsce zainstalowali panel NOBL-8, czyli egzemplarz który nie został zamontowany podczas EVA 4. Spacer kosmiczny w tej chwili trwał już pięć godzin.





Oczyszczanie powierzchni przed instalacją nowego arkusza izolacji podczas EVA-5  
(S125-E-009990)

Po zakończeniu prac przy zatoce numer 8 Grunsfeld rozpoczął zdejmowanie starej izolacji na pokrywie zatoki numer 7. Potem w jej miejsce zamocowany został arkusz NOBL-7, czyli ponadplanowy panel izolacji. Jego montaż zakończył prace związane z serwisowaniem Teleskopu Hubble'a. Następnie astronauta pakowali w ładowni narzędzia. Grunsfeld zszedł



John Grunsfeld instaluje NOBL-8 (New Outer Blanket Layer) na pokrywie przedziału instrumentów  
(S125-E-009997)





Andrew Feustel w ładowni wahadłowca Atlantis podczas piątego i ostatniego spaceru kosmicznego EVA (S125-E-010122)

również z platformy na końcu ramienia SRMS. Została ona od niego odłączona i zabezpieczona w ładowni. Grunsfeld zdemontował następnie pokrycie ochronne anten niskiego zysku w dolnej części teleskopu. Potrącił przy tym antenę, co oderwało kawałek taśmy. Kontrola misji poinformowała jednak, że antena pracowała prawidłowo. Astronaucci wrócili następnie do służby



John Grunsfeld na końcu ramienia SRMS po zakończeniu ostatnich prac przy Kosmicznym Teleskopie Hubble'a (S125-E-009664)





John Grunsfeld oświetlony przez Słońce  
(S125-E-009683)

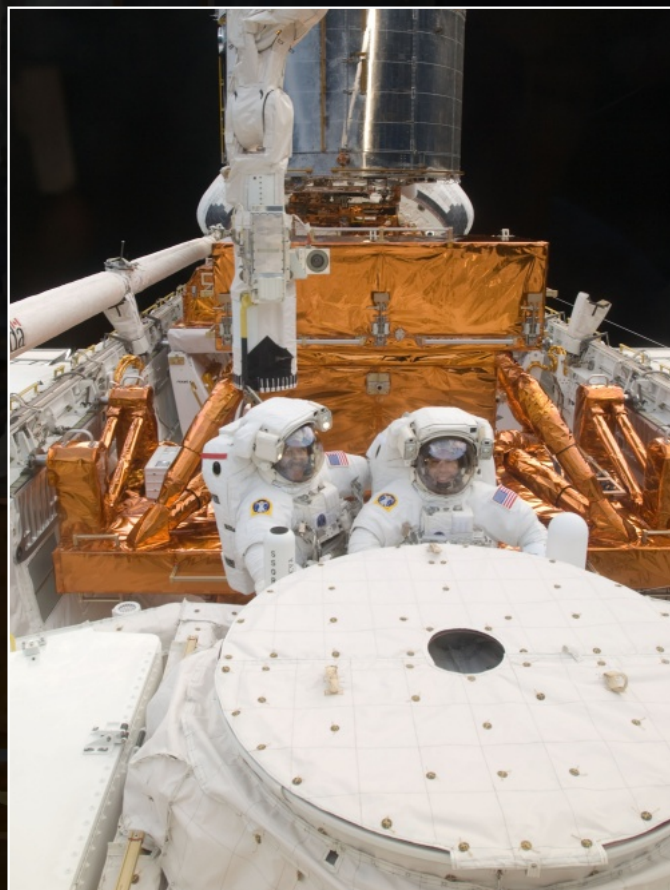
wahadłowca, kończąc spacer kosmiczny o godzinie 19:22 UTC. Spacer kosmiczny EVA 5 trwał 7 godzin i 2 minuty. Łączny czas spacerów kosmicznych misji STS-125 wynosił tym samym 36 godzin i 56 minut, a wszystkie 23 spacery kosmiczne w historii Teleskopu Hubble'a trwały 166 godzin i 6 minut. Spacer EVA 5 zakończył się pełnym sukcesem i praktycznie bez problemów. W jego trakcie udało się zrealizować wszystkie zadania, w tym montaż dodatkowego panelu NOBL. Podczas dnia rozłożone zostały wysięgniki



John Grunsfeld (po lewej) oraz Andrew Feustel  
(S125-E-009706)



John Grunsfeld po poprawieniu osłony anteny 'low-gain'  
(S125-E-009712)



Andrew Feustel (po prawej) oraz John Grunsfeld  
(S125-E-009718)





John Grunsfeld (po lewej) i Andrew Feustel tuż przed wejściem do śluzy, kończącym EVA-5  
(S125-E-009721)

anten wysokiego zysku HST. Później został wykonany pełny test łączności teleskopu ze stacjami naziemnymi. Załoga przejrzała również procedury związane z uwolnieniem teleskopu, co było zaplanowane na następny dzień.



Andrew Feustel na środkowym pokładzie wahadłowca  
(S125-E-009632)



Pilot STS-125 Gregory C. Johnson obok swojego fotela  
(S125-E-009638)





Megan McArthur wymienia pochłaniacze CO<sub>2</sub> na dolnym pokładzie wahadłowca Atlantis (S125-E-011507)

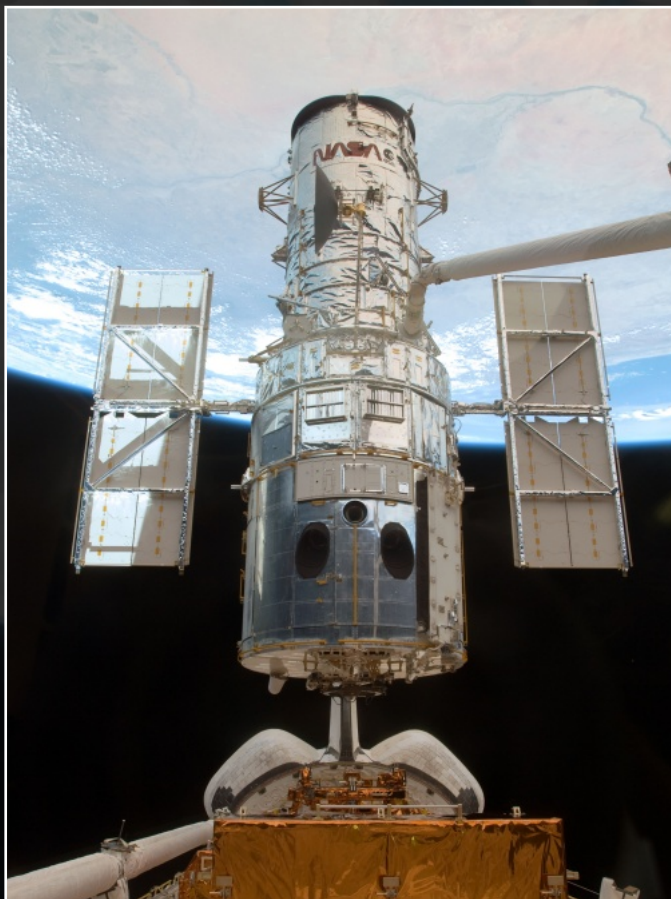
## FLIGHT DAY 9

**D**ziewiątego dnia misji, 19 maja Teleskop Hubble'a został uwolniony z ładowni. W trakcie trwania procedury wyciągnięcia HST, astronauci Michael Massimino i Michael Good byli ubrani w skafandry EMU i przygotowani do wykonania spaceru kosmicznego w przypadku napotkania trudności. Na trzy godziny przed uwolnieniem obserwatorium, Megan McArthur uruchomiła manipulator RMS i pochwyciła nim specjalny uchwyt umieszczony z boku teleskopu. Następnie Altman ustawił wahadłowiec w orientacji przestrzennej właściwej do uwolnienia HST, po czym teleskop został przełączony na własne zasilanie. Następnie zwolniono trzy mechaniczne zatraski, łączące go z platformą FSS. Po otrzymaniu zgodny od kontrolerów misji wahadłowca oraz od kontrolerów teleskopu, McArthur powoli uniosła HST za pomocą ramienia ponad ładownię. Przed wypuszczeniem teleskopu otworzone zostało pokrycie ochronne chroniące jego optykę. Miało to miejsce o godzinie 12:33 UTC. Kosmiczny Telekop



Michael Good na górnym pokładzie (S125-E-010180)





Teleskop opuszcza ładownię promu  
(S125-E-011615)



HST ponad wahadłowcem  
(S125-E-011774)

Hubble'a został uwolniony o godzinie 12:57 UTC. Oba statki kosmiczne przelatywały wtedy na wysokości 560 kilometrów ponad zachodnim wybrzeżem Afryki. W czasie uwolnienia HST nie używano silników RCS, aby nie wprowadzić żadnych gwałtownych wstrząsów, mogących przenieść się na teleskop. Po zwolnieniu mocowania między teleskopem a ramieniem RMS,



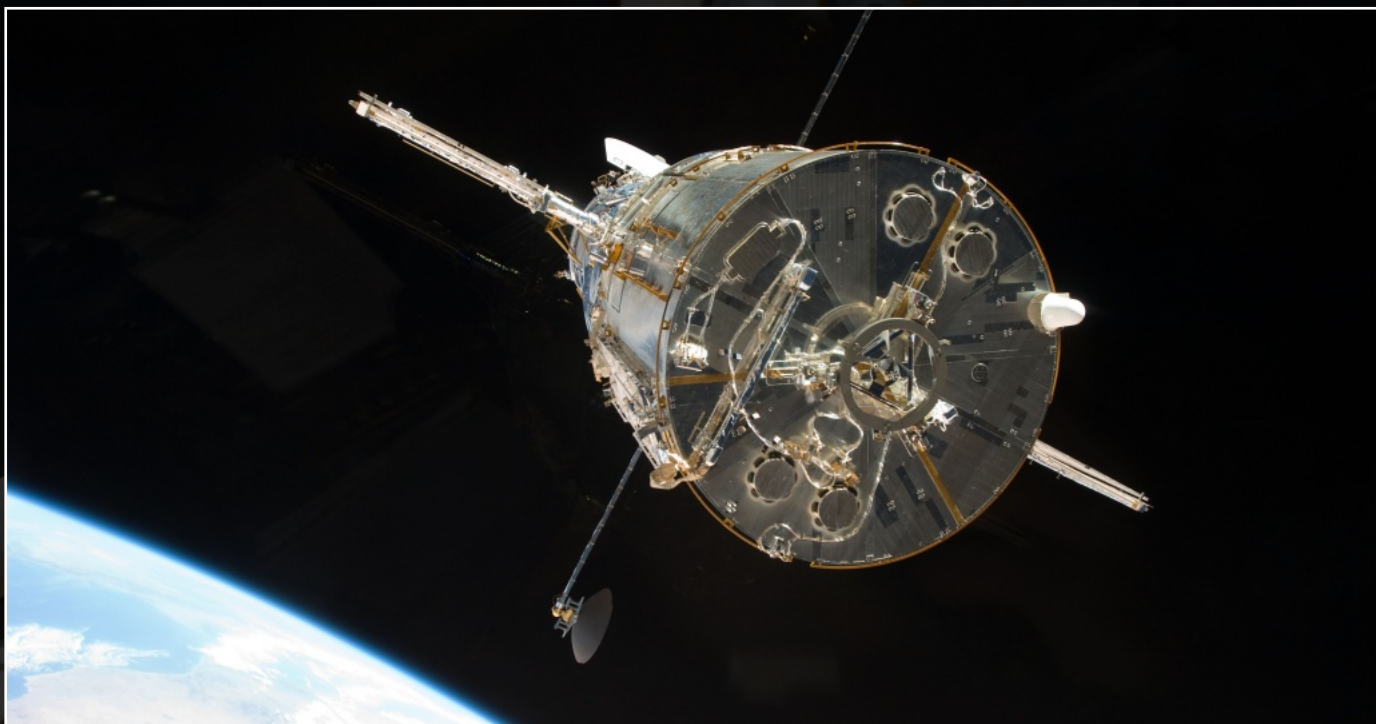
Megan McArthur na górnym pokładzie wahadłowca, przy konsoli sterowania ramieniem SRMS  
(S125-E-011889)





Dowódca misji STS-125 - Scott Altman pozuje do zdjęcia w tylnej części wahadłowca; za oknem widoczny HST (S125-E-011893)

stan taki był utrzymywany przez około minutę. Następnie silniki zostały uruchomione w trybie Low-Z, co pozwoliło na oddalenie wahadłowca od teleskopu. Kolejny manewr został wykonany pół godziny później i umożliwił zwiększenie tempa oddalania się wahadłowca od teleskopu. Tego dnia wykonano również korektę orbity wahadłowca - perygeum zostało dzięki temu



Uwolniony Teleskop Kosmiczny Hubble'a powoli oddala się od promu Atlantis (S125-E-011810)





HST tuż po uwolnieniu  
(S125-E-012050)



Kosmiczny Teleskop Hubble'a  
(S125-E-011859)



HST na orbicie Ziemi  
(S125-E-011836)

obniżone do około 300 kilometrów, co zmniejszyło ryzyko zderzenia z odłamkami orbitalnymi o 15%. Ponadto orbita taka pozwalała na lądowanie w KSC o jedną orbitę wcześniej, dzięki czemu 22 maja istniały trzy okazje do lądowania na Florydzie, zamiast pierwotnych dwóch. Próby lądowania zostałyby jednak podjęte tylko w trakcie drugiej okazji. Dawało to jednak większą elastyczność w przypadku złej pogody, która mogła przeszkodzić w lądowaniu w KSC. W trakcie dnia system FSS został złożony



John Grunsfeld fotografuje HST  
(S125-E-011919)





Ziemia widziana z pokładu wahadłowca Atlantis  
(S125-E-012183)



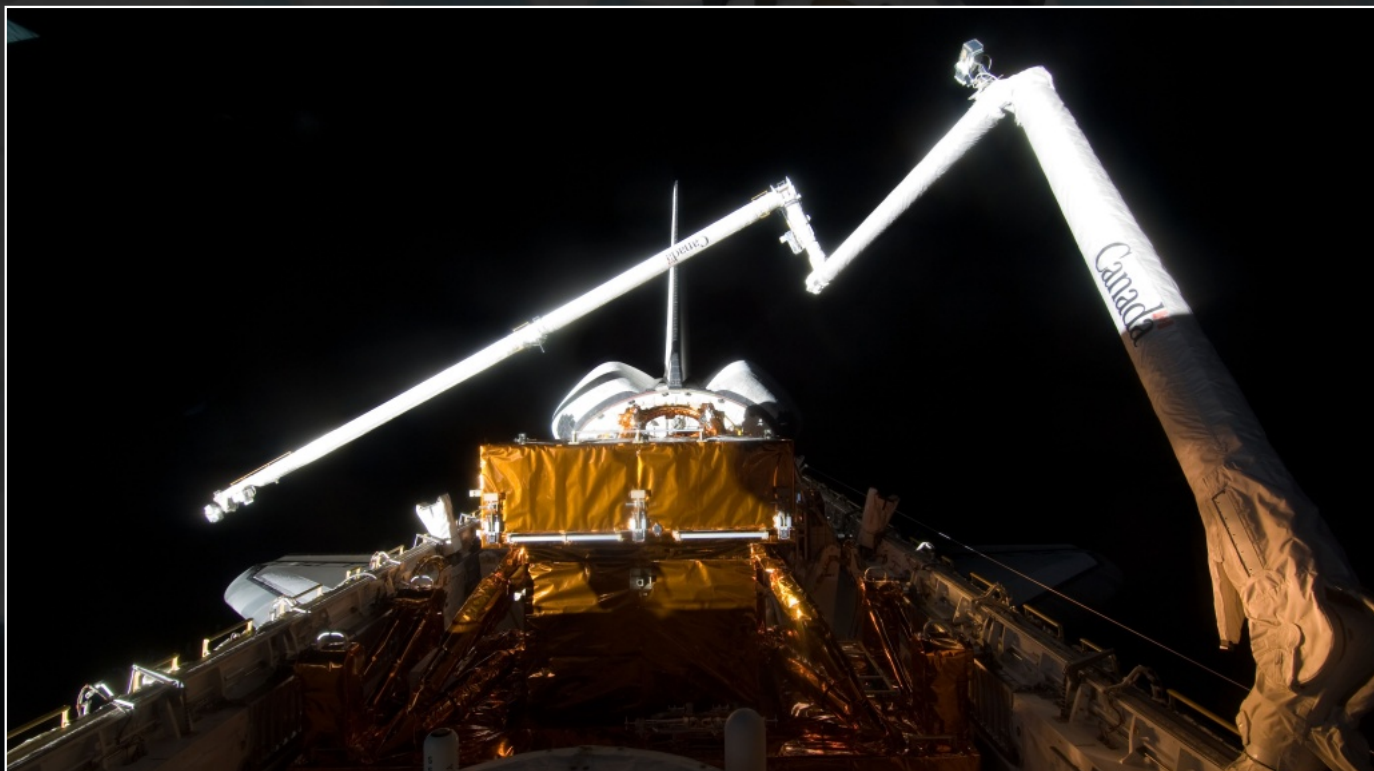
Atlantis na orbicie Ziemi  
(S125-E-012510)

i zabezpieczony w pozycji umożliwiającej lądowanie promu. Załoga pakowała też narzędzia używane podczas spacerów kosmicznych. Następnie wykonany został końcowy przegląd osłony termicznej za pomocą OBSS. Miał on na celu wyszukanie ewentualnych uszkodzeń



Mike Massimino pozuje do zdjęcia na górnym pokładzie promu kosmicznego  
(S125-E-012506)



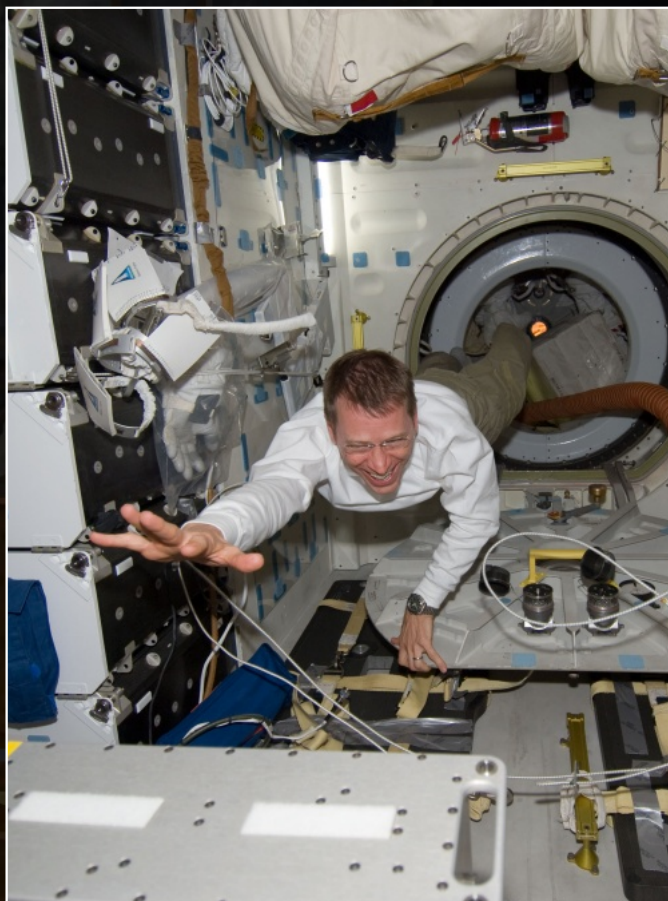


Ramię wahadłowca z doczepionym OBSS sprawdza stan żaroodpornych płytek chroniących pojazd  
(S125-E-012514)

spowodowanych przez kosmiczne śmieci lub mikrometeoroidy. OBSS został pochwycony za pomocą ramienia SRMS i użyty do skanowania płytek żaroodpornych. Badania najpierw objęły przednią krawędź skrzydła prawego, następnie obszar dziobowy orbitera, by na końcu



Andrew Feustel na środkowym pokładzie Atlantis  
(S125-E-012329)



Gregory C. Johnson w 'middeck' wahadłowca  
(S125-E-012525)





John Grunsfeld spożywa posiłek na środkowym pokładzie promu  
(S125-E-012514)

sprawdzić krawędź skrzydła lewego. Po przeglądzie OBSS został ponownie umieszczony na krawędzi ładowi. W trakcie skanowania osłony nie zostały odnalezione żadne niebezpieczne uszkodzenia, choć zebrane dane wymagały jeszcze dokładniejszego przeanalizowania.



Megan McArthur pakuje sprzęt do jednego z worków  
(S125-E-012531)



## FLIGHT DAY 10

Dziesiątego dnia misji, 20 maja załoga miała dzień wolny. Przed lunchem odbyła się czterdziestominutowa konferencja prasowa, w trakcie której astronauta odpowiadali na pytania zadawane przez reporterów zgromadzonych w różnych centrach NASA. Później, po zjedzeniu posiłku astronauta rozmawiali z członkami Ekspedycji 19 na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, czyli Gennadijem Padalką, Michaeliem Barratt'em i Koichi Wakatą. Po południu załoga rozmawiała również z prezydentem USA Barackiem Obamą. Tymczasem na Ziemi zakończyły się analizy danych zebranych podczas końcowego przeglądu osłony termicznej za pomocą OBSS. Eksperci nie znaleźli żadnych nowych uszkodzeń, tym samym osłona termiczna – a więc i cały wahadłowiec - została oficjalnie uznana za zdolną do wejścia w atmosferę. Zdecydowano jednak, że prom Endeavour, stanowiący wahadłowiec ewentualnej misji ratunkowej STS-400, będzie utrzymywany w stanie gotowości do lotu aż do deorbitacji Atlantis.



Gregory C. Johnson śpi na pokładzie promu  
(S125-E-012366)



Wspólne zdjęcie załogi STS-125 na górnym pokładzie wahadłowca Atlantis  
(S125-E-012398)





Ziemia widziana z pokładu wahadłowca Atlantis  
(S125-E-012183)

Pierwotnie planowano, że przygotowania Endavour do misji STS-127 zastałyby rozpoczęte po zakończeniu analiz danych z końcowego przeglądu osłony STS-125.



Prezydent Barack Obama rozmawia z załogą STS-125  
(NASA/White House/Pete Souza)





Gregory C. Johnson oczyszcza filtr powietrza z drobin kurzu  
(S125-E-013369)



Gregory C. Johnson na fotelu dowódcy  
(S125-E-013040)

## FLIGHT DAY 11

Jedenastego dnia lotu, 21 maja załoga prowadziła przygotowania do lądowania. Scott Altman, Greg Johnson i Megan McArthur wykonali testy APU oraz poprawności funkcjonowania powierzchni aerodynamicznych, używanych podczas lotu atmosferycznego. Następnie wykonane zostało testowe odpalenie silników kontroli orientacji przestrzennej RCS. Wszystkie testy przebiegły sprawnie i potwierdziły prawidłowe działanie wahadłowca. Mike Good, John Grunsfeld, Mike Massimino i Drew Feustel zajmowali się pakowaniem wyposażenia. Po lunchu załoga rozmawiała z senatorem Barbarą Mikulski i innymi członkami Senatu USA. Senator Mikulski była znaną orędowniczką wykonania ostatniej misji serwisowej do Kosmicznego Teleskopu Hubble'a. W następnej kolejności astronauci rozmawiali z reporterami ze stacji telewizyjnych ABC, FOX, CBS, NBC i CNN. Po zakończeniu konferencji złożona została antena pasma Ku, znajdująca się w ładowni. Lądowanie było





Gregory C. Johnson, pilot STS-125 pilot trenuje lądowanie z wykorzystaniem systemu PILOT (S125-E-013050)

zaplanowane na 22 maja, jednak prognozy pogody dla Florydy były nadal bardzo niekorzystne. Przewidywano wstąpienie rozproszonych chmur na wysokości około 1200 metrów, przerywanej pokrywy chmur na wysokości około 3 kilometrów, oraz możliwość występowania burz z piorunami w odległości około 50 kilometrów od miejsca lądowania. Przewidywano także wiatry przekraczające dopuszczalne normy, o szybkości ponad  $7,5 \text{ m/s}$ . Za złą pogodę odpowiedzialny był układ niskiego ciśnienia znajdujący się nad Zatoką Meksykańską. W związku z zaistniałą możliwością dalszego pozostania na orbicie astronauta wyłączyli część mało potrzebnych systemów w celu zmniejszenia poboru mocy. Pozwalało to na zaoszczędzenie wodoru i tlenu w ogniach paliwowych i co za tym idzie przedłużenie misji o maksymalnie trzy dni. Na 22 maja nie przygotowywano jednak zapasowego miejsca lądowania w Bazie Sił Powietrznych Edwards (Edwards Air Force Base - EAFB) w Kalifornii. 21 maja natomiast do wykorzystania przez załogę były dwie okazje do lądowania na Florydzie - na orbicie 165 oraz 166.



Scott Altman podczas treningu lądowania (S125-E-013081)



## FLIGHT DAY 12

**D**wunasty dzień lotu, 22 maja był według planu misji dniem lądowania. Pogoda na Florydzie nie poprawiała się jednak do tego czasu i nadal występowały nad nią niskie chmury, silnie wiatry i opady deszczu. Z tego powodu o godzinie 09:56 UTC zrezygnowano z pierwszej próby lądowania (na orbicie 165). Niestety wraz z upływem czasu pogoda nie poprawiała się. Odwołano więc również drugą próbę, na orbicie numer 166. Misja została w ten sposób przedłużona o jedną dobę. Oficjalnie poinformowano o tym o godzinie 11:48 czasu uniwersalnego. W czasie dnia załoga miała zatem czas wolny. W międzyczasie na Ziemi rozpoczęto przygotowania lądowiska w Edwards. 23 maja istniało pięć okazji do lądowania - na orbicie 180 (KSC); 181 (EAFB i KSC), oraz 182 (KSC i EAFB).



Zespół 'Ascent and Entry' odpowiedzialny za start i powrót wahadłowca  
(JSC2009-E-121353)



Zespół 'Orbit 1 Team' w centrum kontroli misji w Johnson Space Center  
(JSC2009-E-120813)





Zespół 'Orbit 2 Team' pozuje do wspólnego zdjęcia w centrum kontroli misji w JSC  
(JSC2009-E-120845)



Wspólne zdjęcie zespołu 'Orbit 3 Team' w centrum kontroli w JSC  
(JSC2009-E-120846)



## FLIGHT DAY 13

**T**rzynastego dnia misji, 23 maja podjęta została kolejna próba lądowania. Prognozy pogody dla KSC wskazywały na niewielką poprawę, ale warunki atmosferyczne w okolicy samego pasa lądowania były nadal niekorzystne. Wciąż występowały niskie chmury na wysokości 1200 metrów oraz burze w odległości około 50 kilometrów od strefy lądowania. Warunki pogodowe w bazie Edwards były natomiast korzystne. W związku z tym, o godzinie 10:59 UTC zrezygnowano z pierwszej tego dnia okazji do lądowania w KSC (na orbicie 180). Pogoda nie poprawiała się jednak, i kolejna okazja – tym razem na orbicie 181 również nie została wykorzystana. O godzinie 12:34 UTC decyzją centrum kontroli misja została przedłużona o następną dobę do 24 maja. Umożliwiło to wykorzystanie łącznie aż czterech okazji do lądowania – po dwie na KSC oraz bazę Edwards.



Zespół kontroli lotu Kosmicznego Teleskopu Hubble'a  
(JSC2009-E-120479)



Zespół odpowiedzialny za kontrolę i planowanie działań HST  
(JSC2009-E-120701)





Prom kosmiczny Atlantis podchodzi do lądowania na pasie RW22 w bazie Edwards w Kaliforni  
(STS125-S-063 Jim Ross)

## FLIGHT DAY 14 LANDING DAY

Czternasty dzień misji, 24 maja był dniem, w którym prom Atlantis wrócił na Ziemię. Pogoda na Florydzie poprawiła się nieco, ale nadal nie pozwalała na lądowanie. Z tego powodu zrezygnowano z pierwszej okazji do lądowania w KSC. Druga okazja nie była z początku wykluczana, ale ostatecznie zdecydowano się na zmianę miejsca lądowania promu na EAFB i wykorzystania pierwszego możliwego okna na wykonanie manewru deorbitacji, pozwalającego na posadzenie wahadłowca w Kaliforni. Pogoda w Edwards cały czas była dobra - nie występowało zachmurzenie, widoczność nie była niczym zakłócona, a wiatry charakteryzowały się szybkością około  $5,5 \text{ m/s}$  (w porywach około  $9 \text{ m/s}$ ). Po zamknięciu drzwi ładowni Greg



Wahadłowiec nad pasem RW22  
(STS125-S-064 Tony Landis)



Lądowanie promu Atlantis  
(STS125-S-062 Carla Thomas)





Wahadłowiec hamuje na pasie RW22 wykorzystując niewielki spadochron  
(STS125-S-065 Carla Thomas)

Johnson uruchomił systemy APU (Auxiliary Power Unit), zasilające układy hydrauliczne, wychylające powierzchnie sterowe. Następnie o godzinie 14:24:06 rozpoczął się manewr deorbitacji polegający na odpaleniu głównych silników systemu OMS. Prom Atlantis znajdował się wtedy nad południowym Oceanem Atlantyckim, blisko wybrzeży Afryki. Manewr trwał



Załoga STS-125 pozuje do wspólnego zdjęcia na pasie w bazie Edwards  
(STS125-S-066 Carla Thomas)





Atlantis powoli opuszcza pas startowy  
(NASA/Tony Landis)

2 minuty i 40 sekund i spowodował zmniejszenie szybkości orbitera, co spowodowało jego zejście z orbity. W trakcie z orbity. W trakcie manewru zanotowano wzrost temperatury w jednostce APU-2, ale nie wymagało to podjęcia żadnych działań. Po deorbitacji wahadłowiec Atlantis przeleciał nad południową Afryką i znalazł się nad Oceanem Indyjskim. Przedni system RCS zrzucił nadmiar zbędnego już paliwa, co zajęło około 16 sekund - wykorzystano do tego cztery silniki. Następnie orbiter przeleciał nad centralną częścią Oceanu Indyjskiego i północno - zachodnią Australią. W tym czasie pracowały wszystkie trzy systemy APU. Potem oprogramowanie ustawiło orbiter automatycznie w pozycji właściwej do wejścia w atmosferę. Atlantis następnie ponownie przeciął równik przelatując nad zachodnim Pacyfikiem. Na wysokości około 121 kilometrów nad południowym Pacyfikiem orbiter po raz pierwszy podczas lądowania odczuł wpływ atmosfery. Następnie rozpoczął wykonywanie serii czterech skrętów pozwalających na efektywniejsze wytracenie energii kinetycznej. Podczas pierwszego skrętu zgodnie z przewidywaniami na kilka minut została utracona łączność. Było to



Ślady wysokiej temperatury na dziobie promu  
(NASA/Tony Landis)





Wahadłowiec opuszcza pas, w tle Boeing 747 Shuttle Carrier Aircraft, który przetransportuje prom do KSC  
(NASA/Jim Ross)

spowodowane powstaniem otoczki plazmy wokół pojazdu oraz nietypowym ustawieniem anten satelitów TDRS, które nie mogły przez to odbierać danych w takich warunkach. Wahadłowiec przeleciał potem na północ od Hawajów i z powodzeniem nawiązał łączność. Następnie wleciał nad zachodnie wybrzeże USA. Prom kosmiczny Atlantis bez problemów osiadł na pasie RW22 EAFB. Rozciągał się on od północnego - wschodu na południowy - zachód. Jego długość wynosi około 4,5 kilometra, a szerokość w przybliżeniu - 91 metrów. Lądowanie (dotknięcie pasa kołami głównego podwozia) zostało odnotowane o godzinie 15:39:05 UTC. Było to 53 lądowanie wahadłowca w bazie Edwards i 47 w czasie dnia.



Załoga w Ellington Field na uroczystości poświęconej zakończonej właśnie misji STS-125  
(NASA/JSC)



## PODSUMOWANIE

Misja STS-125 trwała 12 dni, 21 godzin, 37 minut i 9 sekund. W tym czasie wahadłowiec Atlantis przebył dystans 8,5 miliona kilometrów podczas 197 orbit. Był to już ostatni lot pojazdu załogowego do Kosmicznego Teleskopu Hubble'a i zarazem ostatni lot promu kosmicznego nie związany z Międzynarodową Stacją Kosmiczną. Misja zakończyła się pełnym sukcesem i pomimo licznych przeszkód podczas spacerów kosmicznych, Teleskop



Przygotowania wahadłowca Atlantis do transportu na grzbiecie samolotu SCA  
(NASA/Tony Landis)



Wahadłowiec rozpoczyna podróż do KSC  
(NASA/Tony Landis)



Hubble'a został wyposażony w nowe instrumenty WFC 3 i COS, dwa nowe moduły baterii, sześć żyroskopów, formater danych naukowych oraz odnowiony sensor FGS. Z powodzeniem naprawiono też oba uszkodzone instrumenty - ACS i STIS. Wprawdzie w przypadku ACS nie udało się uruchomić kanału HRC, ale pełny sukces tej naprawy tego nie wymagał. Ponadto założenia misji za sukces określały naprawę nawet tylko jednego instrumentu. Na HST umieszczono również system cumowniczy, który w przyszłości umożliwi wykonanie misji bezzałogowej, pozwalającej na jego bezpieczną i kontrolowaną deorbitację. Zainstalowano też na nim trzy panele nowej izolacji termicznej, o jeden więcej niż pierwotnie planowano. Po modyfikacjach Teleskop Hubble'a może pracować bez zakłóceń przez co najmniej pięć kolejnych lat. Teleskop po raz pierwszy od zakończenia misji serwisowej numer 1 (lot STS-61 wahadłowca Endeavour z 1993r) posiadał pełny zestaw pięciu instrumentów naukowych (nie licząc FGS). Po ostatniej misji serwisowej STS-125 skład zestawu instrumentów naukowych prezentuje się następująco: WFC3 (w miejsce WFPC2), COS (w miejsce COSTAR), STIS, ACS, NICMOS, oraz FGS. Ze wszystkimi instrumentami zaopatrzonymi w optykę korekcyjną Teleskop Hubble'a stał się znacznie sprawniejszy niż po stracie. Nowe podzespoły rozszerzyły także zdolności spektrometrii w ultrafiolecie oraz obrazowania w bliskiej podczerwieni, świetle widzialnym i bliskim ultrafiolecie. Kalibracja i testy nowych oraz naprawionych instrumentów potrwać około czterech miesięcy, a normalne obserwacje zostaną wznowione około września 2009r.



SCA i Atlantis nad pustynią Kaliforni  
(NASA/Jim Ross)





**Raport opracowany dzięki działalności forum**

**ASTRO4U.NET**

<http://astro4u.net>

**Raport opracowali:**

**Tekst:** ***Krzysztof Kanawka  
Kamil Rzeszowski***

**Opracowanie  
graficzne:** ***Adam Piech***







# ASTRONOMIA AMATORSKA

<http://www.astro4u.net>



kosmonauta.net

<http://www.kosmonauta.net>



Space Tweep Society

<http://spacetweepsociety.com/>

*Raport opracowano z wykorzystaniem materiałów udostępnionych przez NASA*

Wersja 04112009